مقدمة البحث

منذ أن بدأ الإنسان البدائي في التجول والترحال محاولاً اكتشاف أرجاء الكرة الأرضية، وهو يبحث عن وسيلة تساعده في إمكانية تحديد موقعه من جهة، وتحديد اتجاهه، وإلى أين أخذه التجوال من جهة أخرى. فكان يعتمد على تعيين مساره ودروبه بواسطة علامات من أكوام صغيرة من الحجارة، إلاّ أن هذه الوسيلة يمكن أن تنجح في نطاق صغير، إضافة إلى أنها يمكن أن تُزال حينما يتساقط الجليد أو تهطل الأمطار .

وازدادت المشكلة سوءاً حينما بدأ الإنسان في اكتشاف المحيطات، حيث أنه لا يوجد مكان لوضع العلامات الحجرية، ولا علامات أرضية يسترشد بها، وكانت النجوم هي وسيلته الوحيدة التي يعتمد عليها، لكنها بعيدة جداً، إضافة إلى اختلاف درجة وضوحها من موقع إلى آخر، ومن ثم فإن الطريقة الوحيدة للاستفادة منها هو استحداث طرق دقيقة للقياس، وبالطبع فإن أجراء مثل هذه القياسات لا يتم إلاّ في الليل، وفي الليالي الصافية الخالية من السحب فقط، وباستخدام أدق أجهزة القياس، وعلى الرغم من ذلك فإن هذه الأجهزة تعطي نتائج تقريبية بفارق قد يصل إلى الميل بالزيادة أو النقصان .

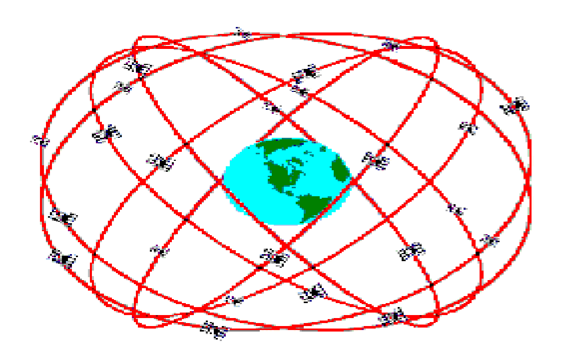
وحاول الإنسان في العصر الحديث بكل إمكانياته التقنية والتكنولوجية الاعتماد على نُظم متقدمة إلاّ أنه ثمة صعوبات تواجهها. فهناك نظامان هما لورانLORAN ، ودكا DECCA يستخدمان في الملاحة البحرية، ويعملان على أساس نظم الراديو التي تعتبر جيدة الاستخدام في النطاقات الساحلية حيث تتوافر شبكات الاتصال بين النظامين، إلاّ أنها لا تغطي مساحات كبيرة من اليابس؛ فضلاً عن أنها تتسم بتفاوت دقتها حسب الاختلافات المكانية .

وهناك نظام جديد يعتمد على الأقمار الصناعية على نمط نظام تحديد المواقع GPS يُعرف بنظام الانتقال Transit System ، أو بنظام الملاحة باستخدام الأقمار الصناعية (Sat - Nav)، لكن الأقمار الصناعية التي يستخدمها تدور في مدارات منخفضة، فضلاً عن أنه لا يوجد عدد كبير منها وبالتالي لا يمكن الحصول على نتائج محددة بصفة دائمة بسبب ترددات أجهزتها الصغيرة، كما أن أي تحرك بسيط لجهاز الاستقبال يسبب أخطاء فادحة في تحديد الموقع .

نظام تحديد المواقع GPS

في عام ١٩٧٣م بدأ العمل في وزارة الدفاع الأمريكية لتصميم نظام تحديد المواقع، وذلك لاستبدال نظام الملاحة بالأقمار الصناعية المعروف باسم Transit System أوSat - Nav ، وذلك لتفادي عيوبه الممثلة في تغطيته غير الكافية للأقمار الصناعية، وعملياته الملاحية غير الدقيقة. لذا أستحدث النظام الجديد ليوفر تغطية كاملة وبدقة عالية تغطي الاحتياجات العسكرية. ويتم التحكم في النظام عن طريق القوات الجوية العسكرية، فضلاً عن أن هذا النظام يتوافر للاستخدامات المدنية ويتغلغل في مختلف أوجه الحياة، حيث أن له العديد من التطبيقات الأرضية والبحرية والجوية، كما سيتضح فيما بعد .

وقد تم إطلاق أول قمر صناعي من هذا النوع عام1978 م، ويعتمد هذا النظام على شبكة مكونة من ٢٤ قمراً صناعياً تدور في مدارات على ارتفاع شاهق حول الكرة الأرضية، وتبدو كأنها نجوم صناعية Man - Made Stars تحاول أن تحل محل النجوم الطبيعية التي كان يعتمد عليها في الملاحة كما هو فى الصورة التالية



وتتوزع هذه الأقمار الصناعية في مداراتها المخصصة لها بزوايا ومسارات وزمن محدد لكل منها، بحيث يمكن الاتصال مع أربعة أقمار صناعية على الأقل في أي مكان من العالم .

واستحق هذا النظام ما أُنفق عليه، فهذه الأقمار الصناعية تدور على ارتفاعات شاهقة مما يجعلها تتفادى المشاكل والمصاعب التي كانت تواجه محطات التوجيه الأرضي، فضلاً عن أنها تعطي نتائج عالية الدقة في تحديد المواقع على سطح الأرض على مدار ٢٤ ساعة يومياً، إذ أنها يمكن أن تعطي قياسات دقيقة للغاية، حيث يمكن للمساحيين Surveyors باستخدام أجهزة تحديد المواقع GPSالحصول على قياسات تصل دقتها إلى أقل من السنتيمتر الواحد وهو ما تفتقده الأجهزة المساحية التقليدية .

وأفضل ما تتيحه هذه التقنية الحديثة هو إمكانياتها، ورخص سعرها، وصغر حجمها، وسهولة الحصول عليها، ويمكن القول إنه تم إنجاز إحدى احتياجات الإنسان، حث ستصبح هذه الخدمة من الأساسيات كالهاتف مثلاً، حيث إنها تُمكن المُستخدم من معرفة موقعه في أي مكان وفي كل وقت، إضافة إلى أن هذه الخدمة الجديدة سوف تساعد سيارات الطوارئ من تأدية عملها بسرعة أعلى وبدقة أكبر، حيث إنها ستزود بخرائط إلكترونية Electrons Maps توضح لها مسارها نحو الهدف .

مكونات نظام تحديد المواقع

يتكون نظام تحديد المواقع GPS من ثلاث وحدات رئيسية هي :

١. الأقمار الصناعية GPS Satellites
٢. نظام التحكم الأرضي GPS Ground Control Segment
٣. جهاز الاستقبال Receiver

١. الأقمار الصناعية

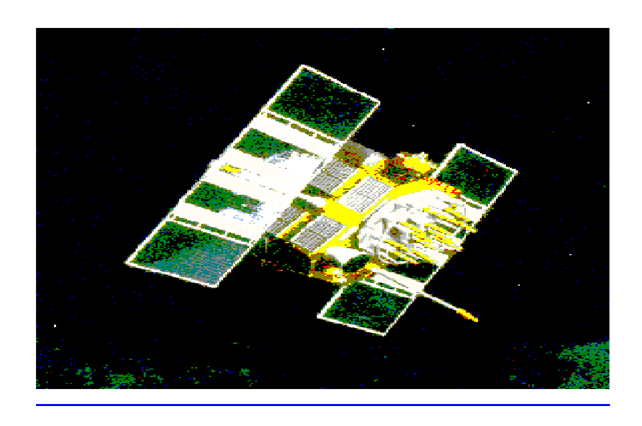
تتسم الأقمار الصناعية في نظام GPS بعدة خصائص أهمها:

أ. يبلغ وزنها حوالي ٨٤٥ كيلوجرام.
ب. يصل عمرها الافتراضي إلى سبع سنوات ونصف.
ج. يتمثل مصدر طاقتها في بطاريات تُشحن بالطاقة الشمسية، تبلغ مساحتها ٢٥ ،٧ متراً مربعاً.
د. تدور حول الأرض في كل ١٢ ساعة.
هـ. يبعد القمر الصناعي عن سطح الأرض بمسافة تصل إلى ٢٠٢٠٠ كيلومتر.

ويتمثل دور القمر الصناعي في تحديد المواقع من خلال الوظائف التالية:

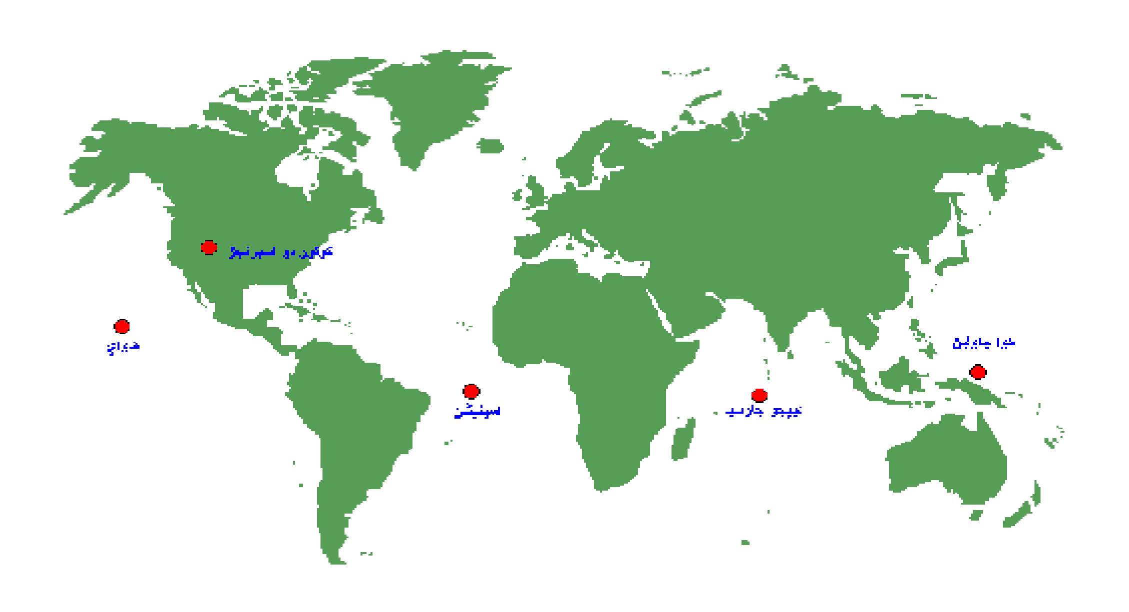
أ. استقبال وتخزين البيانات المُرسلة من محطة التحكم.
ب. الحصول على التوقيت الدقيق عن طريق ساعات الروبيديوم والسينيزيوم.
ج. إرسال المعلومات للمُستخدم عن طريق إشارات مختلفة.
د. المناورة لتعديل المدار عن طريق التحكم الأرضي

الصوره التاليه توضح القمر الصناعى



٢. نظام التحكم الأرضي

يتكون نظام التحكم الأرضي من خمس مراكز موزعه على أنحاء الكرة الأرضية وهي من الغرب إلى الشرق هاواي Hawai وإحداثياتها ٤٦´ ١٩° شمالاً، ٣٠´ ١٥٥° غرباً، وكولورادو اسبرنجز 51´ ٣٨° شمالاً، ٤٩´ ١٠٤° غربا Colorado Springs ، اسينيشن 0´ ٨° جنوباً، ٠´ ١٣° غـــرباً Ascension ، ودييجـــو جارسيا 20´ ٧° جنوباً، ٢٦´ 72° شرقا والشكل التالى يوضح ذلك



٣. جهاز الاستقبال

يعد جهاز الاستقبال الآلة الوحيدة التي تُمكن مُستخدم هذا النظام من الحصول على المعلومات سواء معلومات عن تحديد الموقع أو معلومات عن الأقمار الصناعية، ويتكون جهاز الاستقبال من وحدتين رئيسيتين هما معدات الاستقبال Hardware ، وبرامج المعالجة Software .

الحالات الرئيسية لتحديد الموقع بواسطة نظامGPS

هناك حالتان رئيسيان لتحديد الموقع باستخدام نظام تحديد المواقع GPS هما :

التحديد المطلق للموقعAbsolute Point Positioning

تُعرف عملية تحديد الموقع لنقطة ما دون الاعتماد على نقطة أو نقاط أخرى بالتحديد المطلق ويتطلب الأمر في هذه الحالة جهازاً واحداً فقط، إضافة إلى بعض البيانات الأولية للموقع. ويمكن في هذه الحالة الحصول على إحداثيات الموقع الجغرافية (خطوط الطول ودوائر العرض) في الميدان مباشرة بدون أي عمليات تحليل أو معالجة. وهناك العديد من الأجهزة التي تُستخدم في هذه الحالة، مثل أجهزة الملاحة التي تحدد المواقع بدقة أفقية تصل إلى ثلاثين متراً، كما هو الحال بالنسبة لجهاز ماجلان Magellan ، وجهاز ترمباك Trimpak .

التحديد النسبي للموقعRelative Positioning

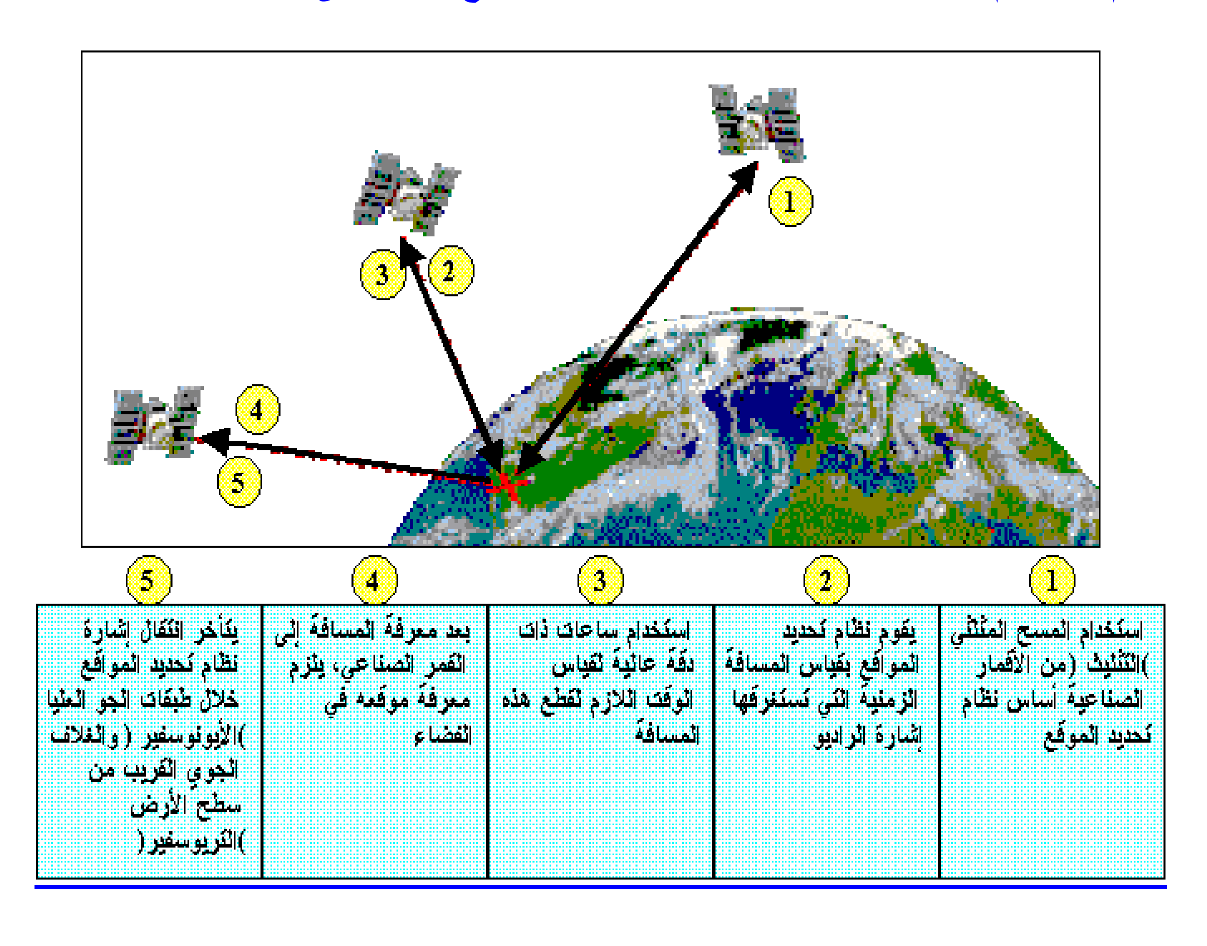
تُعرف عملية تحديد الموقع لنقطة ما بالاعتماد على نقطة أو نقاط أخرى بالتحديد النسبي، وتتطلب هذه الحالة وجود جهازين على الأقل، إحداهما ثابت في نقطة معلوم إحداثياتها، والآخر على النقطة المطلوب حساب إحداثياتها بدقة، وتعرف هذه الحالة باسم تحديد المواقع من وضع الثبات . Static Positioning ويتطلب هذا النوع من القياس عمليات

تحليل ومعالجة للبيانات التي تم جمعها في الميدان للحصول على الدقة العالية المطلوبة والتي تصل إلى ملليمترات .

وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن تحديد الموقع حركياً Kinemetic Positioning حيث يتم تحديد المواقع للجهاز المتحرك وبدقة أعلى من دقة التحديد المطلق. وهذا النوع مهم في أغراض الملاحة البحرية

كيف يعمل نظام تحديد المواقع GPS

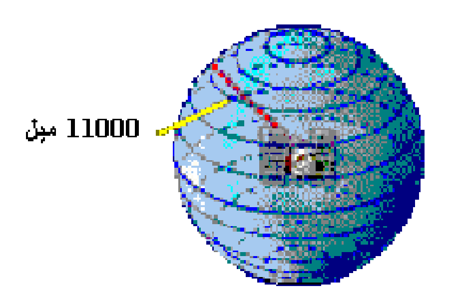
على الرغم من أن نظام تحديد المواقع يستخدم معلومات وأجهزة إلكترونية مطورة طبقاً لتقنيات عالية جداً، إلاّ أن المبادئ الأساسية وراء ذلك تعد بسيطة للغاية. ولتفسير ذلك يمكن تقسيم هذا النظام إلى خمسة أجزاء حسب الغرض منها كما يوضح **الشكل التالى**



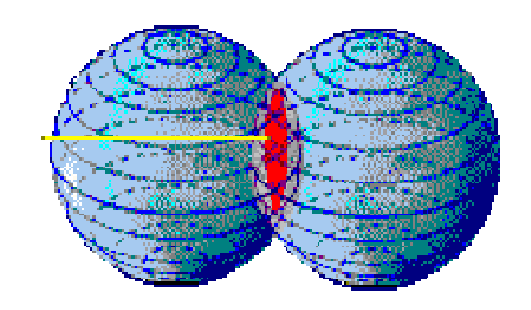
أولاً: الفكرة الأساسية ـ تحديد ارتفاع الأقمار الصناعية

يعتمد نظام تحديد المواقع على إمكانية تحديد ارتفاع الأقمار الصناعية، ويعني ذلك أنه يمكن تحديد المواقع على سطح الأرض اعتماداً على المسافة الفاصلة بين سطح الأرض ومجموعة من الأقمار الصناعية، حي تُمثل هذه الأقمار نقاط مرجعية Reference Points لمستخدمي النظام .

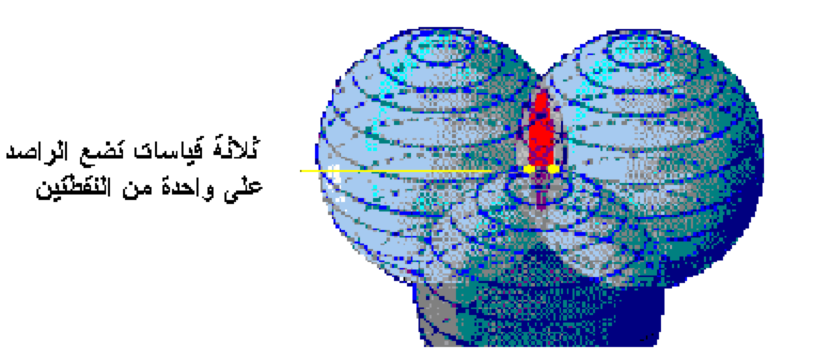
فمثلاً إذا تم قياس ارتفاع قمر صناعي على ارتفاع ١١ ألف ميل (أي طول السهم من الراصد إلى القمر)، يؤدي هذا إلى تحديد موقع الراصد في مكان ما على سطح الأرض محتلاً القمر الصناعي مركزه وبنصف قطر ١١ ألف ميل، كما يوضح **الشكل التالى**



، وإذا تزامن هذا مع رصد قمر صناعي آخر على ارتفاع ١٢ ألف ميل، سوف يكون موقع الراصد في الحيز الذي يتقاطع عنده شكلي الأرض، كما يوضح



، وفي الوقت نفسه إذا تم رصد قمر صناعي ثالث على ارتفاع ١٣ ألف ميل فسوف يتكون نقطتان نتيجة تقاطع دائرة القمر الصناعي الثالث مع دائرتي التقاطع للقمرين السابقين (أ، ب) كما يوضح الشكل التالى



.ولتحديد أية من النقطتين التي تُمثل مكان الراصد لابد من رصد قمر صناعي رابع، حيث تكون إحدى هذه النقطتان حقيقية (مكان الراصد)، والثانية افتراضية لا تنطبق على سطح الأرض، وتحتوي أجهزة الحواسب الآلية في أجهزة الاستقبال في نظام تحديد المواقع على وسائل تقنية وفنية مختلفة تستطيع التمييز بين النقطة الحقيقية والنقطة الخاطئة .

وبصفة عامة تؤكد عمليات حسابات المثلثات Trigonometry ضرورة استخدام أربعة أقمار صناعية لتحديد الموقع بدقة عالية. لكن يمكن تحقيق ذلك عملياً من خلال ثلاثة أقمار صناعية فقط، ويتم ذلك في حالة رفض النقطة الافتراضية. ومما سبق تتجلى الفكرة الأساسية من وراء استخدام نظام تحديد المواقع GPS وهي الاعتماد على الأقمار الصناعية مرجعية في تثليث الموقع على سطح الأرض .

ثانياً: قياس المسافة من القمر الصناعي

يتوقف نظام تحديد المواقع على معرفة المسافة الفاصلة بين الراصد والأقمار الصناعية، ومما يثير الدهشة أن الفكرة الأساسية وراء قياس المسافة إلى القمر الصناعي هي المعادلة نفسها

القديمة ومؤدها "المسافة = السرعة × الزمن .ويعني هذا أن النظام GPSيعتمد على حساب الزمن الذي تستغرقه إشارة راديوية فردية Radio Singl Signal من القمر حتى تصل إلى الراصد، ومن ثم تُحسب المسافة من خلال الزمن، خاصة وأن الموجات الراديوية تسير بسرعة الضوء نفسها (١٨٦ ألف ميل في الثانية)، فإذا أمكن معرفة بداية بث القمر الصناعي لهذه الموجات ومعرفة وقت استقبالها بدقة، يكون من السهل معرفة المسافة التي قطعتها، وذلك بضرب هذا الزمن بالثواني في ١٨٦ ألف ميل .

" المسافة بين موقع ما والقمر الصناعي " =المدة التي تستغرقها الإشارة من القمر الصناعي إلى الموقع × ١٨٦,٠٠٠ ."

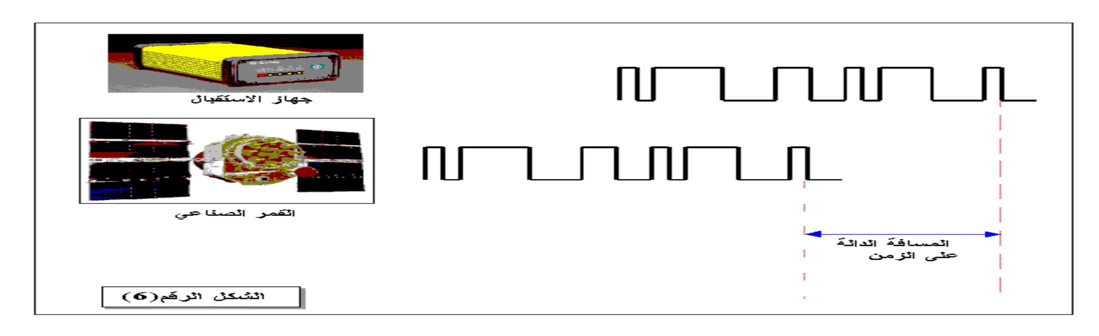
ومما سبق يتضح أن معرفة الزمن هو الأساس في معرفة المسافة، وبالتالي ستكون ساعة اليد وسيلة تقديرية لا تتفق والسرعة الفائقة للضوء، خاصة إذا كان القمر الصناعي في وضع مسامت للموقع المراد تحديده، فإن موجاته التي يبثها سوف تستغرق زمناً لا يزيد عن ستة أجزاء من مائة من الثانية

.06)من الثانية) كي تصل إلى الراصد. وبالتالي يتيح نظام تحديد المواقع للراصد إمكانية

التعامل مع الوقت بصورة متقدمة جداً، حيث تستطيع معظم نُظم الاستقبال من قياس الزمن بدقة النانو ثانية Nanosecond Accuray والذي يعادل ٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠١ (جزء من ألف مليـون جزء من الثانية)، لذا أُطلق على نظام تحديد المواقـع أنه من أطفال الثورة الإلكتـرونية GPS is a Child of the Electronic Revolution .

كيف يمكن معرفة بث الإشارة من القمر الصناعي

يتوقف قياس زمن الإشارة من القمر الصناعي حتى يستقبلها جهاز الاستقبال على معرفة وقت بث هذه الإشارة من القمر الصناعي ـ خاصة وأن هذه الفترة الزمنية لا تتجاوز أجزاء من الثانية ـ وللتغلب على ذلك قام مصممو نظام تحديد المواقع بجعل كل من القمر الصناعي وجهاز الاستقبال يتزامنا تزامناً دقيقاً في توليد أو إظهار شفرة معينة، ثم يتلقى بعد ذلك جهاز الاستقبال الإشارات المُرسلة من القمر الصناعي، وعليه يتم حساب الوقت الذي استغرقته الإشارة منذ أن قام جهاز الاستقبال بتوليد الشفرة وإظهارها حتى استقباله لإشارة القمر الصناعي. أي أن زمن إرسال الشفرة من القمر الصناعي هو الفرق بين وقت توليد الشفرة في جهاز الاستقبال واستقباله لإشارة القمر الصناعي، كما يوضح



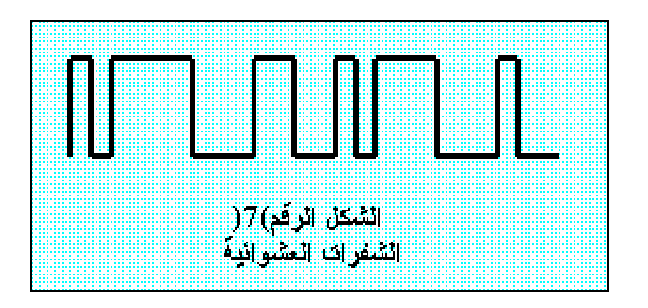
الشكل الرقم (6)

ولتوضيح ذلك، نفترض أن هناك شخصان يقفان في مواجهة بعضهما في نهايتي استاد لكرة القدم، بحث يكون كل منهما في طرف ويقومان بقراءة الأرقام من واحد حتى عشرة في اللحظة نفسها مع محاولة سماع صوت بعضهما، فسيسمع الشخص الأول صوته وهو يرد واحد ... اثنان ... ثلاثة، وبعد برهة سيسمع صوت زميله يردد الأرقام نفسها، بمعنى أن سماع الأرقام يأتي متأخراً بعض الشيء عن عدها الحقيقي، أي أنه في الوقت الذي يردد فيه إحداهما الرقم ثلاثة (مثلاً) يتزامن مع سماعه لصوت زميله يردد الرقم واحد، وسبب ذلك أن الصوت يستغرق بعض الوقت حتى يصل إلى كل منهما، وحيث أنهما تزامنا في بدء العد، فيمكن قياس الزمن الذي استغرقه الصوت بينهما من خلال فارق الوقت الذي يقول أولهما واحد وسماعه لصوت الثاني يردد الرقم نفسه. ويمثل هذا الزمن الوقت الذي استغرقه الصوت لعبور الاستاد، وهذه هي الفكرة التي يعتمد عليها نظام تحديد المواقع .

وتعطي ميزة استخدام مجموعة من الشفرات أو الرموز إمكانية قياس الزمن في أي وقت، أي أنه ليس من الضروري بدء القياس عند ترديد وسماع الرقم واحد، ولكنه يمكن قياس سرعة مرور الصوت بين أي زوج من الأرقام وليكن سبعة مثلاً .

ولا يستخدم نظام تحديد المواقع أرقاماً، لكنه يعتمد على ما تولده وتظهره الأقمار الصناعية وأجهزة الاستقبال من مجموعات معقدة من الشفرات الرقمية Complicated Set of Digital Codes، وصُممت معقدة حتى يمكن مقارنتها بسهولة بعيداً عن الغموض وتظهر هذه الشفرات على شكل سلسلة طويلة من الذبذبات العشوائية، وهي في حقيقة الأمر ليست عشوائية لكنها

عبارة عن ذبذبات تتكرر كل ملي ثانية Millisecond لذا تبدو وكأنها شفرات عشوائية Random Codesكما يوضح الشكل التالى


الشكل الرقم)7(
الشفرات العشوائية

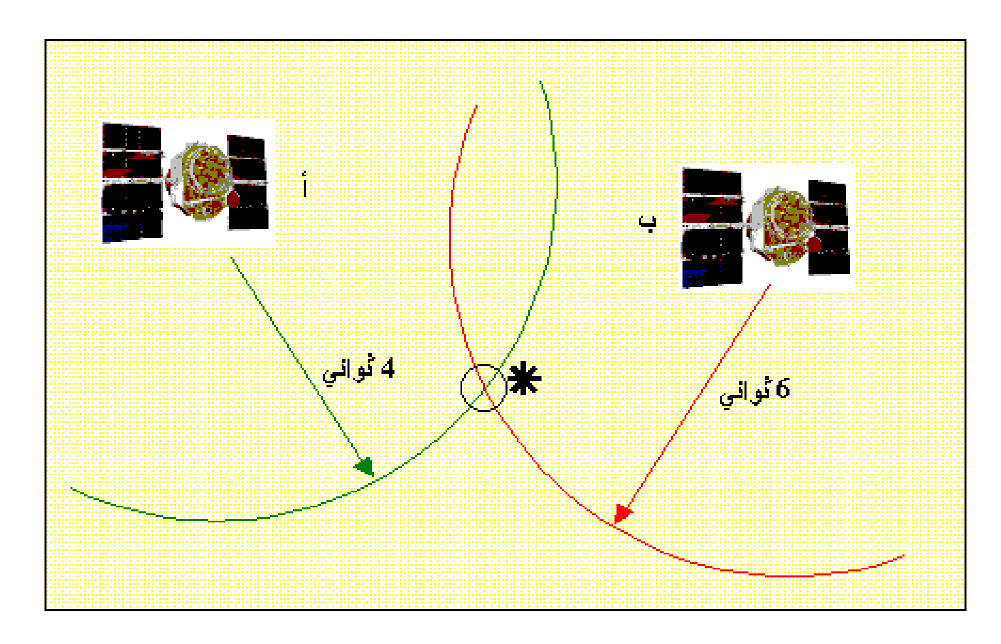
ثالثاً: الحصول على تزامن مثالي

تبلغ سرعة الضوء ـ كما سبق الإشارة ـ حوالي ١٨٦ ألف ميل في الثانية ـ وإذا كان هناك فرق في التزامن بين قمر صناعي وجهاز استقبال جزء من مائة في الثانية (٠,٠١ من الثانية) فإن ذلك يعني خطأ في القياس بنحو ١٨٦٠ ميل، بمعنى أن المشكلة تكمن في كيفية التأكد من تزامن كل من القمر الصناعي وجهاز الاستقبال في إطلاق الشفرات في الوقت نفسه تماماً، ويمكن تفسير ذلك بأن الأقمار الصناعية تحمل على متنها ساعات ذرية Clocks Atomicتعرف بساعات الروبيديوم والسينيزيوم، وتتسم بدقتها العالية، وارتفاع ثمنها بشكل خيالي، ويحمل كل قمر صناعي أربع ساعات من هذا النوع بهدف ضمان أن واحدة منها تعمل على الأقل .

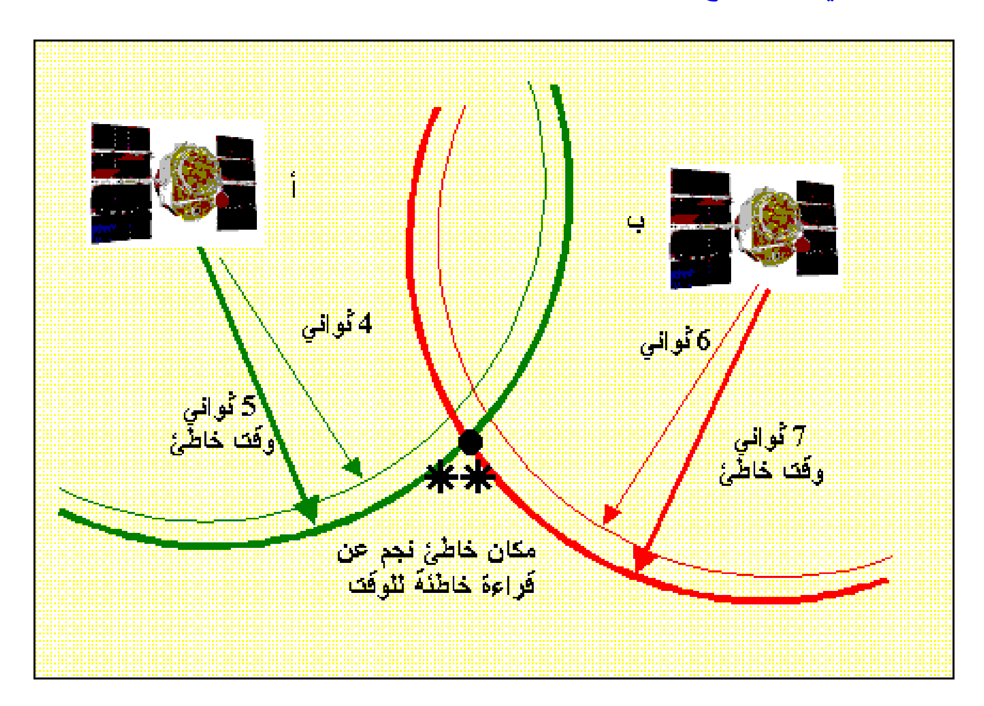
وإذا تم وضع مثل هذه الساعات في أجهزة الاستقبال ستؤدي إلى رفع أسعارها، إضافة إلى أن هناك وسيلة أخرى لإنجاز هذا التزامن باستخدام ساعات ذات قيمة معقولة موجودة في أجهزة الاستقبال، ويتم ذلك بإجراء قياس المسافة إلى قمر صناعي إضافي حتى يتم تعويض الخطأ في التزامن من قبل الراصد، بمعنى أنه يلزم إجراء ثلاثة قياسات إلى ثلاثة أقمار (كما سبق الإشارة .(

ولتفسير ذلك نفترض أن ساعة جهاز الاستقبال ليست دقيقة مثل ساعة القمر الصناعي، إضافة إلى أنها غير مطابقة تماماً للتوقيت العالمي، أي كانت الساعة ـ على سبيل المثال ـ تشير إلى الثانية عشر ظهراً، وهي في الواقع الحادية عشر وتسع وخمسون دقيقة وتسع وخمسون ثانية (٥٩ث 59ق 11س (قبل الزوال، أي أنها تسبق التوقيت العالمي بثانية واحدة. وسوف تُستخدم المسافة الزمنية ـ كي يتم التعرف على أخطاء التوقيت ـ بدلاً من المسافة الطويلة بالميل او الكيلومتر .

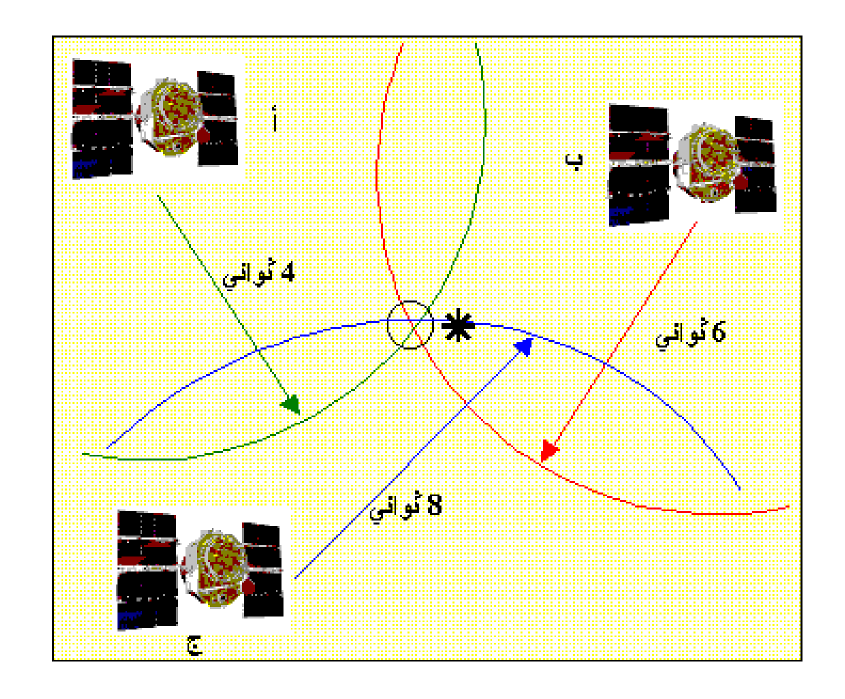
إذا كان جهاز الاستقبال بعيداً عن القمر الصناعي (أ (مسافة أربع ثواني، وست ثواني عن القمر الصناعي (ب) كما يوضح الشكل التالى



، ويُعد هذان البعدان كافيان لتحديد موقع جهاز الاستقبال في نقطة ما على سطح الأرض ولتكن (*)، وهو بالفعل ما سنحصل عليه في حالة إذا كانت الساعات تعمل بدقة، لكن ماذا سيحدث لو تم استخدام جهاز استقبال به ساعة تزيد عن، الوقت الحقيقي بثانية واحدة. ويعني هذا أن المسافة إلى القمر (أ) ستكون خمس ثواني، وسبع ثوان إلى القمر (ب)، وسوف ينتج عن هذا أن الدائرتان سيتقاطعان في نقطة أخرى هي(**) ، وهي النقطة التي سوف يوجهنا إليها جهاز الاستقبال غير الدقيق، وهي كما يتضح من الشكل التالى

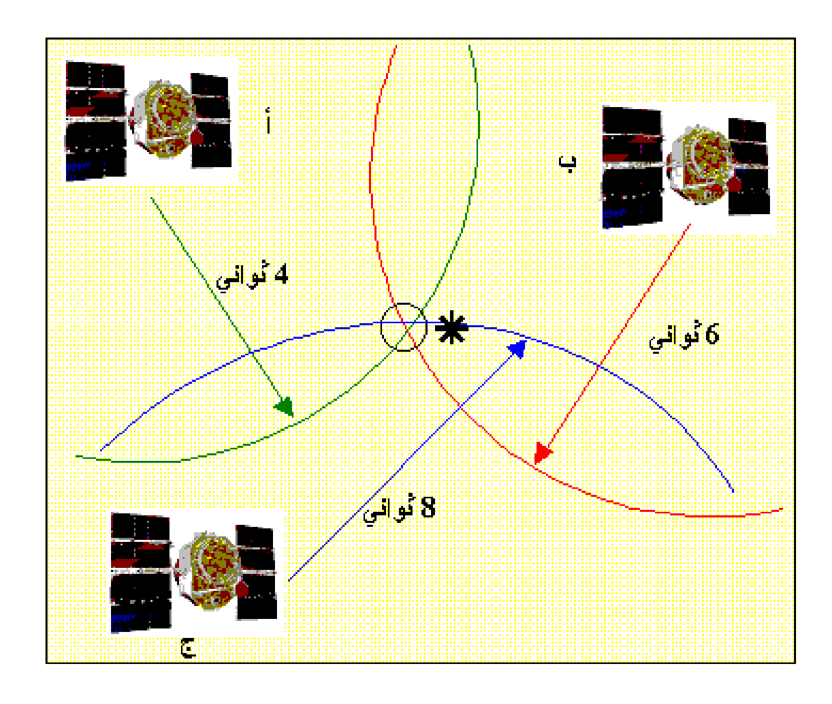


، تبعد عن النقطة الحقيقية بعدة أميال. وللتأكد يتم إجراء قياس آخر بالاستعانة بقمر صناعي ثالث يبعد ثمان ثواني عن جهاز الاستقبال في حالة إذا كانت الساعة دقيقة، حيث ستتقاطع الدوائر الثلاثة في نقطة واحدة هي (*) وذلك لأن هذه الدوائر تمثل المسافات الحقيقية بين الموقع والأقمار الثلاثة كما يوضح **الشكل التالى**



ولكن إذا تم إضافة فارق الثانية الخطأ سوف يتغير موقع جهاز الاستقبال كما يوضح **الشكل الرقم (٨ د)**، حيث توضح الخطوط السميكة الأبعاد الخاطئة Pseudo - Range الناتجة عن الثانية الزائدة .

ويتضح من الأشكال السابقة أن قياسات القمرين الصناعيين (أ)، (ب) - بعد إضافة الثانية الخطأ - تتقاطع عند النقطة (**) كما يتضح من



، في حين تتقاطع قياسات القمر الصناعي (ج) في مكان ما بالقرب منها (٨ د)، وبالتالي لا توجد نقطة عند ملتقى القياسات خمس ثواني من القمرأ، وسبع ثواني من القمر (ب)، وثمان ثواني من القمرج .

وقد تم برمجة الحواسب الآلية المثبتة في أجهزة الاستقبال، بحيث أنه عندما تستقبل قياسات خاطئة لا تتقاطع في نقطة واحدة، وبالتالي فإنها ستقوم بحذف أو إضافة وقت للقراءات الثلاث حتى تتجمع وتتلاقى في نقطة واحدة، أي أنها ستعمل تلقائياً بحذف ثانية واحدة ـ بالنسبة للحالة السابقة ـ من القياسات الثلاثة حتى تُمكن الدوائر من التقاطع في نقطة الموقع المراد تحديده. وفي الواقع أن الحواسب الآلية لا تتلقى القراءات على غير هدى، بل تستخدم نظريات علم الجبر في حل المشكلة على النحو السابق .

تتطلب القياسات الدقيقة ثلاثة أبعاد وأربعة أقمار صناعية

يحتاج الراصد إلى أربعة قياسات ـ يجب أن يتذكر الراصد هذا الرقم جيداً ـ لتلافي الخطأ في أحد القياسات، وذلك لأنه لن يستطيع الحصول على نتائج دقيقة بدون أن يكون هناك أربعة أقمار صناعية في الفضاء .

ويتكون نظام تحديد المواقع من أربعة وعشرين قمراً صناعياً ـ كما سبقت الإشارة ـ ويعني هذا أنه سيكون دائماً هناك أكثر من أربعة أقمار في الأفق يمكن رصدها من أي موقع على سطح الأرض .

وقد أثرت الرغبة في الحصول على قياس دقيق ومستمر على تصميم أجهزة استقبال نظام تحديد المواقع، فيتكون بعضها من أربعة قنوات، بحيث تُخصص قناة لكل قمر صناعي وتعمل متزامنة، لكن بعض التطبيقات لا تتطلب مثل هذه الدقة اللحظية، لذا فإن استخدام جهاز استقبال اقتصادي ذات قناة واحدة يفي بالغرض، ويقوم هذا الجهاز ـ ذات القناة الواحدة ـ باستقبال أربع قراءات متفرقة، ثم يقوم بعمل التزامن لها قبل إعطاء النتائج، ويستغرق هذا ما بين ثانيتين إلى ثلاثين ثانية، ويعد هذا الوقت سريعاً في بعض التطبيقات .

لكن مثل هذه الأجهزة لا تتمكن من أداء وظيفتها بصورة دقيقة خاصة عند تحديد السرعة، والتي تعد من المميزات الفريدة التي يتسم بها نظام تحديد المواقع حيث يقوم بقياس السرعة بصورة دقيقة، لذا فإن أي حركة لجهاز الاستقبال أثناء استقباله للقياسات الأربعة ينتج عنها خطأ في دقة هذه القياسات. ويظهر عيب آخر لهذا النوع من أجهزة الاستقبال، عندما تقوم الأقمار الصناعية بإرسال بيانات خاصة بأنظمتها والتي تحتاج إلى ثلاثين ثانية حتى يتمكن الجهاز من قراءتها، مما يؤدي إلى اعتراض عملية القياس في كل مرة يتم فيها قراءة بيانات قمر صناعي آخر .

ويمثل جهاز الاستقبال ثلاثي القنوات الحل الأكثر شيوعياً، حيث تقوم إحدى القنوات بقياس وحساب الزمن، في حين تقوم إحدى القناتين الباقيتين بتحديد القمر التالي بإشارات الراديو تمهيداً لقياسه، وعند إتمام عملية القياس تنتقل تلقائياً إلى القمر التالي دون إضاعة أي وقت في قراءة البيانات الخاصة به. وفي الوقت نفسه تقوم القناة الثالثة ـ تُعرف في الغالب باسم مدبر المنزل Housekeeping ـ بالبحث عن القمر التالي وتحضير العمل تمهيداً لقياسه، وبالتالي يتضح أن جهاز الاستقبال ثلاثي القنوات يقوم بإتمام عملية التزامن بصورة دقيقة للغاية، ومن مميزاته أيضاً أنه يمكن برمجته لمتابعة ثمانية أقمار صناعية، إذ تقوم قناة من الثلاثة بالتعامل مع إحدى الأقمار

الصناعية، وفي الوقت نفسه تقوم القناتين الأخيرتين بالتحضير للتعامل مع القمر الصناعي التالي دون أية إعاقة لعلمية القياس .

الفرق بين البيان (Datum) والإسقاط (Projection)

يلتبس أحياناً على المستخدم الجديد لأجهزة نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) الفرق بين مفهومي البيان (Datum) وإسقاط الخريطة (Map Projection) وذلك عند محاولة ضبط هذه المعطيات في أجهزتهم، ثم عند عرض النقاط التي تم جمعها بوساطة تلك الأجهزة في أحد برامج نظام المعلومات الجغرافية. ومن هنا تأتي أهمية هذه المقالة التي نحاول أن نلقي فيها الضوء على الفروق بين المصطلحين.

يحدث أحياناً أنك عندما تقوم بجمع إحداثيات بعض النقاط بوساطة جهاز جي بي إس، ثم تقوم بتنزيل هذه النقاط إلى جهاز الحاسوب وعرضها في أحد برامج نظم المعلومات الجغرافية، أن لا تتطابق مواقع هذه النقاط مع المواقع الصحيحة التي يجب أن تكون فيها.

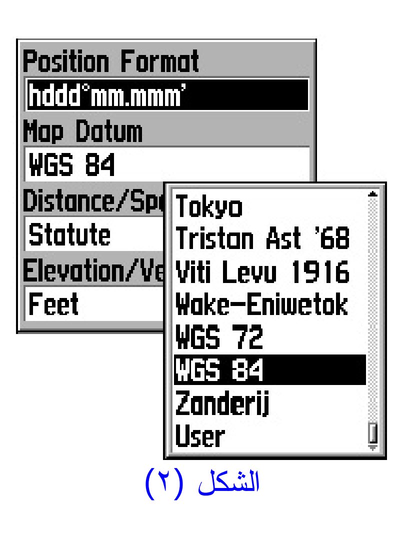


الشكل (١)

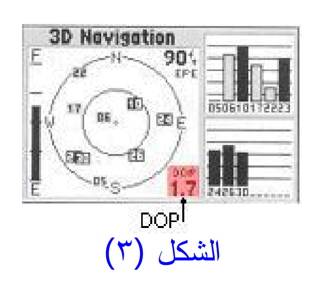
وللتغلب على هذه المشكلة عليك أن تتأكد مما يلي:

- أن إعدادات البيان (Datum) وإسقاط الخريطة (Map Projection) في البرنامج، مطابقة للإعدادات في الجهاز، كما في الشكل (٢).
- أن دقة الجهاز أثناء جمع النقاط كانت دقة عالية. تقاس دقة الجهاز بما يسمى

"عامل الضعف في الدقة" (Dilution of precision) أو اختصاراً (DOP) والذي يجب أن يكون مساوياً أو أصغر من الواحد لكي تعتبر دقة الجهاز مقبولة، كما في الشكل (٣)



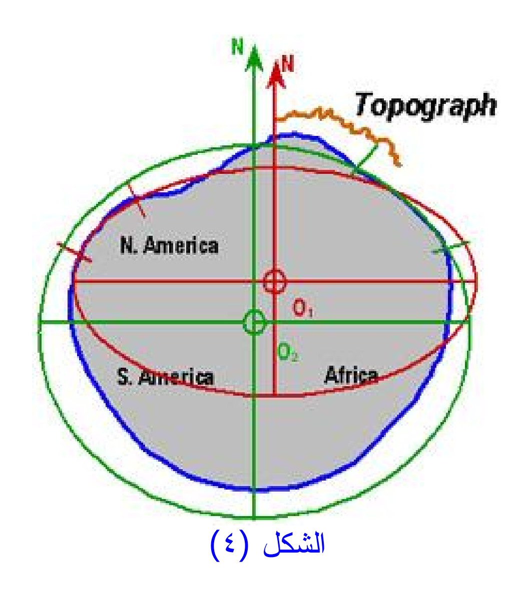
الشكل (٢)



الشكل (٣)

البيان (Datum):

يقصد به الشكل البيضوي المنتظم الممثل لسطح الأرض، والمستخدم في حساب إحداثيات النقاط على سطح الأرض..



الشكل (٤)

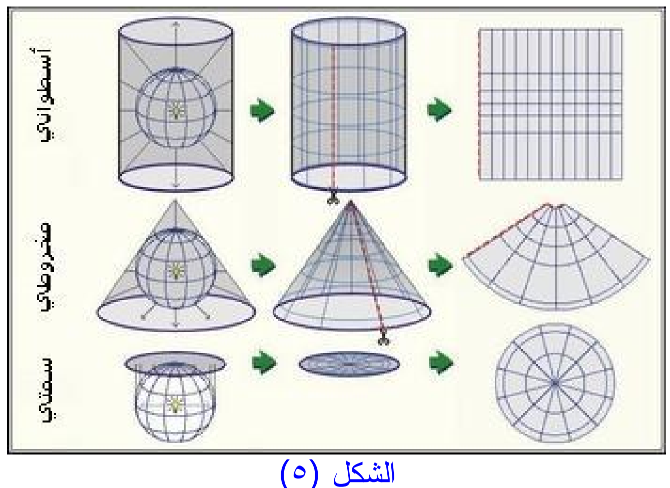
توجد عدة أنواع من البيانات (Datums)، كما في الشكل ٢، تكون معرفة مسبقاً في جهاز تحديد المواقع العالمي، والهدف منها هو تمكين المستخدم من اختيار البيان (Datum) المناسب لموقعه.
مثلاً: فإن البيان المناسب لمنطقة الخليج العربي لا يناسب الصين.

إسقاط الخريطة (Projection Map):

هو تحويل سطح الأرض البيضوي أو جزء منه إلى سطح مستوي ثنائي الأبعاد، ويتم ذلك باستخدام معادلات رياضية تؤدي إلى توصيف معالم سطح الأرض في صيغة السطح المستوي. ومن المهم أن ندرك أن عملية التمثيل هذه لن تتم بشكل صحيح دون تشوه، مما يُلزم مستخدم الخريطة أن يعي هذه الحقيقة عند القيام بقياسات للمساحات أو للزوايا أو للمسافات في الخريطة.

طرق إسقاط الخريطة:

هناك طرق إسقاط متعددة ومتفاوتة في خصائصها. من هذه الطرق ما يحافظ على المسافات في اتجاه معين، ومنها ما يحافظ على الأشكال والزوايا ضمن مساحات محددة. وفي كل الأحوال لا توجد طريقة إسقاط يمكنها المحافظة على المساحات والمسافات والأشكال معاً.



الشكل (٥)

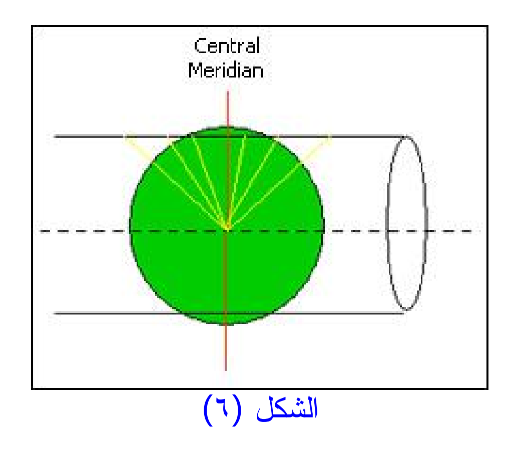
نلخص تلك الطرق فيما يلي:

- الطريقة الأسطوانية: مناسبة للمناطق المستطيلة والقريبة من خط الاستواء.
- الطريقة السمتية: مناسبة للمناطق ذات الشكل شبه الدائري والمناطق القطبية.
- الطريقة المخروطية: مناسبة للمناطق ذات الشكل شبه المثلث والمناطق ذات خطوط عرض متوسطة.

يحقق الإسقاط الميركاتوري المستعرض (UTM) - إسقاط أسطواني - قدراً كبيراً من التطابق ويحافظ إلى حد كبير على صحة المقياس باتجاه معين وهذا يناسب كثيراً الخرائط الطبوغرافية بشكل خاص والخرائط ذات المقياس الكبير بشكل عام، وهذا النوع شائع تماماً.

مساقط الخرائط المستخدمة في السعودية:

<u>أولاً- إسقاط مركيتور المستعرض العالمي (UTM) - إسقاط أسطواني:</u>



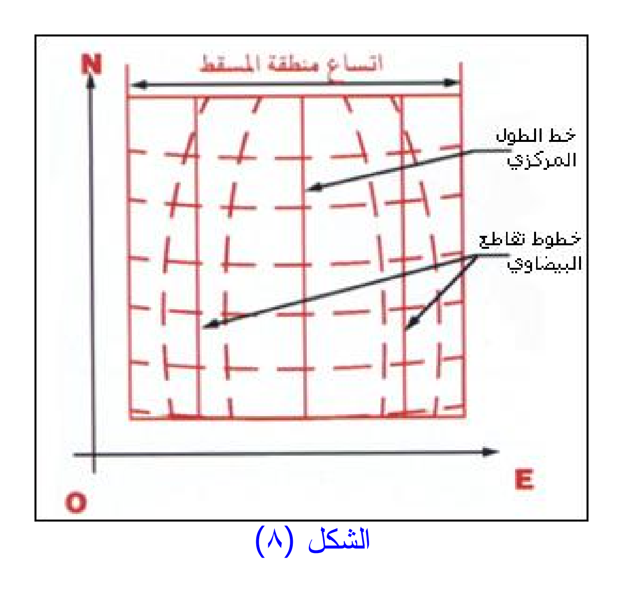
الشكل (٦)

إن إسقاط مركيتور المستعرض العالمي (UTM) هو إسقاط تطابقي وهذا يعني أن القياسات الزاوية التي تتم على سطح المسقط تكون حقيقية، وهذا ما يجعل هذا الإسقاط يحافظ على صحة الاتجاهات.

وهذا الإسقاط مبني على أساس استخدام أسطوانة ذات محيط أقل من محيط الأرض، ثم تفرد هذه الأسطوانة لتكون السطح المسقط عليه.

يغطي إسقاط مركيتور المستعرض العالمي (UTM) العالم بين خط عرض ٨٠ ° شمالاً وخط عرض ٨٠° جنوباً.

ويقسم هذا الإسقاط إلى عدة مناطق (أحزمة)، عرض المنطقة الواحدة ٦ ° خط طول، والعنصر الوحيد المحدد لهذا الإسقاط هو خط الطول المركزي أو رقم الحزام (المنطقة)، وتناسب هذه الطريقة الدول ذات المساحات الكبيرة الواقعة حول خط الاستواء.



الشكل (٨)

ويحدد هذا الإسقاط بالعناصر التالية :

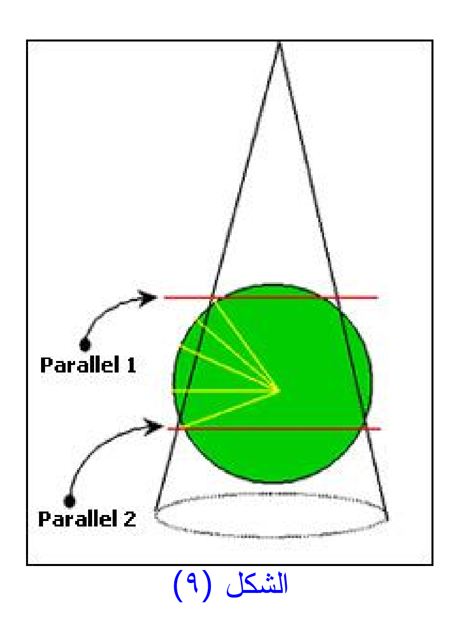
١. مبدأ وهمي للإحداثيات الشرقية والشمالية.
٢. دائرة خط عرض نقطة أصل الإحداثيات.
٣. خط الطول المركزي.
٤. معامل القياس على خط الطول المركزي.
٥. عرض منطقة الإسقاط (الحزام).

ملاحظة: المقياس يتغير في الممتد شرق – غرب، ولأن الأسطوانة تكون عادة أصغر من شكل الكرة الأرضية لذلك يكون التغير في المقياس صغيراً جداً عند خط الطول المركزي، ويكون المقياس صحيحاً عند القطعين الناقصين الناشئين من تقاطع الأسطوانة مع البيضاوي، ويكون التغير في المقياس كبيراً جداً عند حواف الإسقاط، ولا يتغير المقياس في اتجاه شمال – جنوب، لهذا السبب فإن إسقاط مركيتور المستعرض العالمي (UTM)

مناسب جداً لإنشاء الخرائط للمناطق الممتدة في اتجاه شمال – جنوب..



ثانياً- إسقاط لامبرت - إسقاط مخروطي:



الشكل (٩)

يعتبر إسقاط لامبرت أيضاً إسقاطاً تطبيقياً (تشابهياً)، وهو مبني على أساس تقاطع مخروط مع البيضاوي، ويعتبر مثالياً للدول الصغيرة الدائرية الشكل والجزر والمناطق القطبية. ويتم وصف وتحديد نظام إسقاط لامبرت بالعناصر التالية:

١. نقطة أصل (بداية وهمية) للإحداثيات الشرقية والشمالية.
٢. دائرة خط عرض نقطة أصل الإحداثيات.
٣. خط الطول المركزي.
٤. خط عرض دائرة التماس العليا.
٥. خط عرض دائرة التماس السفلية.

دائرة التماس العليا تحدد دائرة خط العرض التي تقاطع عندها المخروط والبيضاوي أولاً، وعند هذه الدائرة يكون تأثير المقياس صفراً في اتجاه شمال – جنوب.

أما دائرة التماس السفلية فتحدد دائرة خط العرض التي يتقاطع عنده المخروط والاسفرويد للمرة الثانية، وعند هذه الدائرة يكون تأثير المقاس صفراً أيضاً.

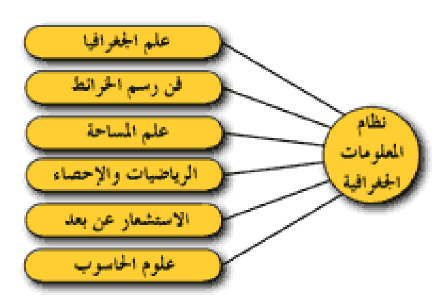
ويكون معامل المقياس صغيراً جداً في المنطقة المحصورة بين دائرتي التماس العليا والسفلى، وكبيراً جداً في المناطق التي تقع خارج هاتين الدائرتين، ولا يتغير المقياس في الاتجاه شرق – غرب

أرجو أن أكون وفقت في شرح الفرق بين هذين مصطلحي البيان والإسقاط، والله ولي التوفيق

تعريف نظام GIS

يُعرّف نظام المعلومات الجغرافية (Geographic Information System: GIS) بأنه نظام حاسوبي لجمع وإدارة ومعالجة وتحليل البيانات ذات الطبيعة المكانية. ويُقصد بكلمة مكانية (spatial) أن تصف هذه البيانات معالم (features) جغرافية على سطح الأرض، سواء أ كانت هذه المعالم طبيعية كالغابات والأنهار أم اصطناعية كالمباني والطرق والجسور والسدود. يستخدم مصطلح معالم للإشارة أيضاً إلى الظواهر الطبيعية والبيئية مثل المد والجزر والتلوث وغيرها.

لكن هذا التعريف لا يعني أن نقيد استخدام نظام المعلومات الجغرافية بالمساحات الكبيرة، لأنه يمكن أن يستخدم في دراسة حيّ تكون المعالم الجغرافية فيه مؤلفة من عدد صغير من المنازل وشبكة الهاتف والكهرباء والمياه، أو في شركة واحدة تكون شبكة الحواسيب أحد المعالم فيها.



الشكل (١): يجمع نظام المعلومات الجغرافية تقنيات سابقة، ورث عنها بعض وظائفها وخصائصها.

لعلك سمعت – عزيزي القارئ - عن التطبيقات المشهورة لنظام المعلومات الجغرافية، مثل استخدامه في المواصلات لمعرفة أفضل الطرق بين موقعين في المدينة، أو استخدامه في مؤسسات الكهرباء لتوضيح مواقع مراكز التحويل وكيفية وصول الكهرباء إلى المناطق السكنية واكتشاف مصادر الأعطال بسرعة، أو استخدام الحكومات المحلية له في إدارة وتحديث حدود ملكية العقارات. لكن هذا النظام يمكن استخدامه تقريباً في أي شيء، فالتخطيط الجيد للخدمات الاجتماعية مثل الرعاية الصحية والتعليم الابتدائي يمكن إنجازه عبر نظام المعلومات الجغرافية، لما يتمتع به هذا النظام من قدرة على تحليل توزّع السكان ودراسة كيفية وصولهم إلى تلك المراكز الخدمية، وبالإضافة إلى ذلك يزداد استخدام نظام المعلومات الجغرافية باطّراد في مساعدة الأعمال التجارية على تحديد أسواقها المرتقبة والاهتمام بزبائنها.

يمكننا إذاً أن نُعرّف نظام المعلومات الجغرافية بأنه مجموعة من المبادئ والتقنيات المستخدمة لإنجاز أحد الهدفين التاليين أو كليهما:

- العثور على المواقع المناسبة لإنجاز هدف ما، اعتماداً على شروط ومعايير محددة، مثل العثور على أفضل موقع لإنشاء مطار، أو أفضل موقع لافتتاح مركز تجاري.

ويمكن القيام بذلك باستخدام عدد من العمليات المنطقية.

- الاستعلام عن خصائص معالم الخريطة، مثل معرفة الكثافة السكانية لمنطقة إدارية، أو سرعة المركبة المسموح بها على طريق، أو اسم صاحب العقار. وتنجز هذه العمليات في الأغلب بالنقر على المعلم الجغرافي (المنطقة الإدراية أو الطريق أو العقار) فيقوم نظام المعلومات الجغرافية باستخراج سماته من قاعدة البيانات المرافقة ويعرضها.

تخزّن بيانات نظام المعلومات الجغرافية في أكثر من طبقة (layer) واحدة، وذلك للتغلب على المشاكل التقنية الناجمة عن معالجة كميات كبيرة من المعلومات دفعة واحدة. وتستخدم بعض البرامج مصطلح theme أي موضوع بدلاً من طبقة، ولكنها في طريقها إلى العودة إلى استخدام مصطلح طبقة. إن التغلب على مشكلة في طبقة الطرق، مثلاً، أفضل من معالجتها في كامل النظام، وتعتبر هذه السمة أساسية في نظام المعلومات الجغرافية. قياساً على ذلك يتألف مشروع نموذجي لنظام المعلومات الجغرافية لقرية من عدة طبقات، تشمل أولها طبقة حدود ملكية الأراضي الزراعية، وتُمثل هذه الطبقة بمجموعة من المضلعات المغلقة، لأن المضلعات هي الشكل الهندسي الأنسب لتمثيلها، بينما تخصّص الطبقة الثانية لبيوت القرية، والثالثة للمراكز الحكومية كالمدارس والمستشفيات وتُمثل هاتان الطبقتان بمجموعة من المضلعات أيضاً. وتتضمن الطبقة الرابعة الآبار، وتُمثل بمجموعة من النقاط. في حين تضم الطبقة الأخيرة الطرق المارة في تلك القرية وتُمثل بمجموعة من الخطوط.

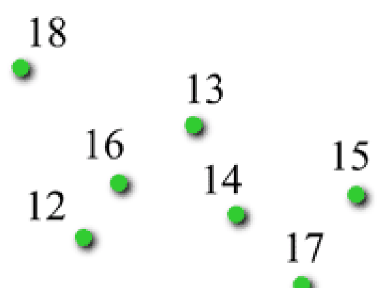


الشكل (٢): تتألف خريطة ضاحية سكنية في مشروع GIS من طبقة حدود العقارات (مضلعات فارغة بنية)، والمباني السكنية (مضلعات مصمتة زرق)، والمراكز الخدمية (مضلعات مصمتة حمر)، ، والطرق (خطوط زرق)، والهواتف العمومية (نقاط سود). يعرض GIS هذه الطبقات معاً ولكنه يتيح التحكم بكل طبقة على حدة.

يمتلك نظام المعلومات الجغرافية إمكانيات خاصة لربط عدة طبقات من البيانات المكانية وتحليلها وإنشاء الخرائط التي تمثل نتائج ذلك التحليل، مثل ربط طبقة الأراضي الزراعية بطبقة الطريق المقترح إنشاؤها لاكتشاف أي الأراضي الزراعية تتأثر بمرور الطريق الجديدة فيها، والمساحة المطلوب شراؤها من المالك. أو ربط طبقة الأراضي الزراعية بطبقة الآبار لمعرفة عدد الآبار في كل أرض، واستخدام نتائج هذا الربط في دراسة تهدف إلى ضبط إجراءات ترخيص حفر آبار جديدة في القرية.

البيانات المكانية والوصفية

يتطلب فهم نظام المعلومات الجغرافية واستخدامه معرفة البيانات المكانية والبيانات الوصفية التي تؤلف قوام هذا النظام. تتضمن البيانات المكانية (Data Spatial) معلومات عن موقع وشكل المعالم الجغرافية وتخزن عادة في إحداثيات، كما يمكن أن تتضمن معلومات أخرى عن علاقات تلك المعالم بعضها ببعض، مثل علاقتي الجوار والاتصال. بينما تتضمن البيانات الوصفية وهي السمات أو الأوصاف (attributes) الخصائص المرتبطة بتلك المعالم، وتخزن في جداول منفصلة عادة. وهكذا تتألف البيانات المكانية للآبار في مثال القرية السابق من إحداثيات س و ع تمثلان موقع البئر، وتتألف البيانات الوصفية أو السمات من اسم المالك، ورقم الترخيص، وعمق البئر. ويتميز نظام المعلومات الجغرافية بقدرته على ضم البيانات المكانية والسمات معاً.



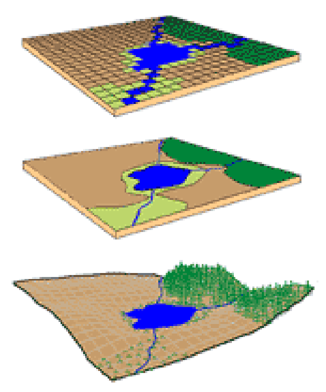
الشكل (٣): تتألف البيانات المكانية لطبقة الأشجار المعمرة في محمية طبيعية من جدول يتضمن رقماً فريداً وإحداثي س وإحداثي ع. أما السمات أو البيانات الوصفية فتتألف من جدول آخر يتضمن الرقم الفريد ذاته ونوع الشجرة وعمرها وارتفاعها (انظر الجدولين التاليين).

الرقم	س	ع
١٢	٣٤٧	١٩٤
١٣	٥٦٧	٣٣٤
١٤	٥١٦	٢٢٦
١٥	٦٥٧	٢٥٥
١٦	٤٣٠	٢٥٧
١٧	٦٠٦	١٥٣
١٨	٣١٩	٣٧٣

الرقم	النوع	العمر (سنة)	الارتفاع (م)
١٢	أرز	١١٠	٦٧
١٣	صنوبر	١٣٥	٨٠
١٤	أرز	١٢٠	٧٢
١٥	أرز	١٢٠	٧٠
١٦	تنّوب	٨٠	٦٥
١٧	تنّوب	٧٥	٦٠
١٨	صنوبر	١٢٥	٧٣

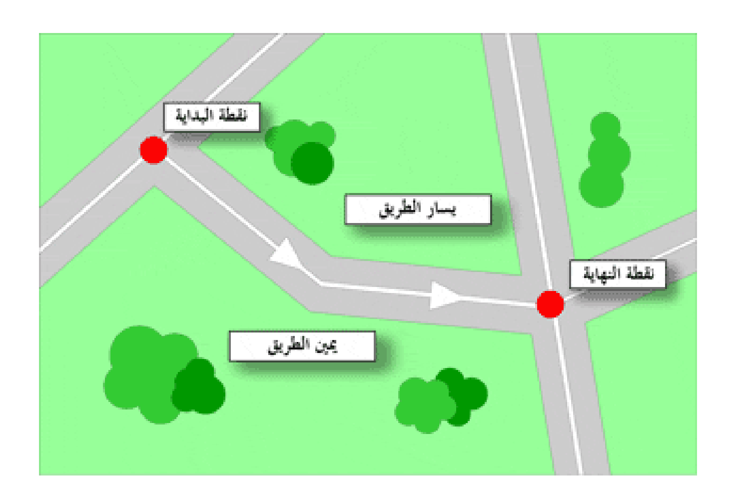
تمثّل البياناتُ المكانية في نظام المعلومات الجغرافية عادة في هيئتين، أولاهما البيانات المتّجهة (vector data) وهي أشكال معرّفة هندسياً، وتتألف من النقاط والخطوط والمضلعات، وثانيتهما البيانات المتسامتة أو النقطية (raster data)، وهي الصور الجوية وصور الأقمار الاصطناعية، ويطلق عليها أيضاً بيانات الشبكة (grid data) لأنها مؤلفة

من شبكة من الخلايا. ويمتلك كل نموذج من هذين النموذجين نقاط قوة ونقاط ضعف، ولذلك يجب اختيار أحد هذين النموذجين حسب طبيعة المشروع والبيانات المتوفرة، مع العلم بأن الصور كثيراً ما تستخدم كخلفية للبيانات المتجهة، ولا تكون في هذه الحالة جزءاً مهماً من بيانات مشروع نظام المعلومات الجغرافية.



الشكل (٤): يمكن تمثيل المنطقة (في الأسفل) ببيانات متجهة (vector) في أربع طبقات (في الوسط)، أو ببيانات متسامتة (raster) من ٤٠٠ خلية في أربعة ألوان (في الأعلى).

تكمن الفائدة الرئيسية في هيئة البيانات المتجهة في قدرتها على تمثيل المعالم الجغرافية تمثيلاً دقيقاً، وهذا يجعلها مفيدةً في مهام التحليل المكاني التي تتطلب تحديد المواقع بدقة، كما في التطبيقات الهندسية والمساحية. كما أن هذا النوع من البيانات يسمح بتعريف العلاقات المكانية بين المعالم، مثل علاقة الجوار بين عقارين وعلاقة اتصال شارع بآخر، أي إمكانية الانتقال من هذا الشارع إلى ذاك. ويعرف ذلك باسم الطوبولوجيا (topology)، وهي مهمة جداً في تحليل الشبكة مثل إيجاد أفضل الطرق بين موقعين في شبكة طرق معقدة.

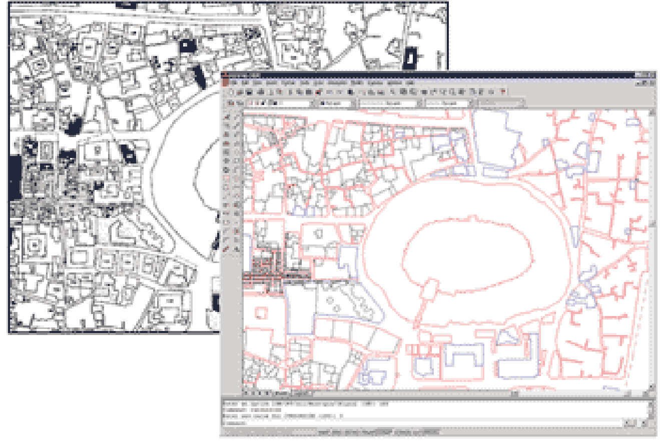


الشكل (٥): تعرّف طوبولوجيّة الطريق في البيانات المتجهة نقطة بدايته ونهايته، ما يسمح لنظام المعلومات الجغرافية بفهم معنى "على يمين ويسار الطريق".

أما البيانات المتسامتة أو الصور فلا يمكنها تمثيل العلاقات الطوبولوجية بين المعالم الجغرافية، لأنها تتألف من شبكة من خلايا الصور أو البكسلات المنفصلة. ولكنها في المقابل مناسبة لتمثيل التدرّج أو التغيير المستمر في ظاهرة، مثل خريطة نوع التربة في الأراضي الزراعية، بينما تكون حدود التربة منفصلة عند تمثيلها في هيئة بيانات متجهة، لأن حدود المضلعات تكون واضحة وحادة. وتعتمد دقة هذا النوع من البيانات على حجم الخلية، وهو مساحة المنطقة من سطح الأرض الذي تمثله تلك الخلية، وكلما مثلت الخلية مساحة أصغر، كلما كان وضوح البيانات المتسامتة عالياً. ويمكن استخدام الصور الجوية وصور الأقمار الاصطناعية مباشرة في برمجيات نظام المعلومات الجغرافية القادرة على التعامل مع البيانات المتسامتة. ولكن كلما زاد وضوح الصور كلما ازداد حجم الملف، وهذه إحدى المشاكل والقيود التي تحد من استخدام البيانات المتسامتة.

تعتمد مسألة اختيار هذا النوع أو ذاك من البيانات، إذاً، على طبيعة وهدف مشروع نظام المعلومات الجغرافية. ويتوقف نوع البيانات أساساً على طبيعة البيانات وحجمها وسهولة تحليلها والدقة المطلوبة. وعموماً تعتبر البيانات المتجهة اقتصادية، وتوفر مستوى عال من الدقة، ولكن استخدامها في الحسابات الرياضية صعب نسبياً. ومن ناحية أخرى تميل بيانات الشبكة إلى استهلاك مساحات تخزين كبيرة، وتتميز بوضوح منخفض، لكنها أسهل أثناء تنفيذ الحسابات الرياضية.

لا يستطيع نظام المعلومات الجغرافية تحليل المعلومات في خريطة، إذا لم تكن هذه البيانات في هيئة رقمية يستطيع الحاسوب قراءتها، وهي البيانات المتجهة أو البيانات المتسامتة. لذلك تستخدم عدة طرق لتحويل الخرائط الورقية إلى خرائط رقمية. يُستخدم الترقيم (digitizing) لإنشاء نموذج حاسوبي للخريطة الورقية مؤلف من بيانات متجهة، وتنجز عملية الترقيم هذه بتتبّع معالم الخريطة بواسطة الفأرة أو القلم فوق سطح خاص لجمع إحداثياتها. كما يُستخدم المسح (scanning) أيضاً للحصول على بيانات متسامتة من الخريطة الورقية. يمكن استخدامها مباشرة، عندما يكون نظام المعلومات الجغرافية قادراً على تحليل البيانات المتسامتة، أو استخدامها كخلفية للمشروع إذا كان يعتمد على بيانات متجهة. يمكن أيضاً تحويل البيانات المتسامتة إلى بيانات متجهة باستخدام برامج خاصة للتحويل بين هيئتي البيانات هذه، وتسمى هذه البرامج باسم R2V اختصاراً لعبارة Raster to Vector.



الشكل (٦): تحويل خريطة ورقية لمنطقة في مدينة حلب القديمة في سوريا ترقى إلى العام

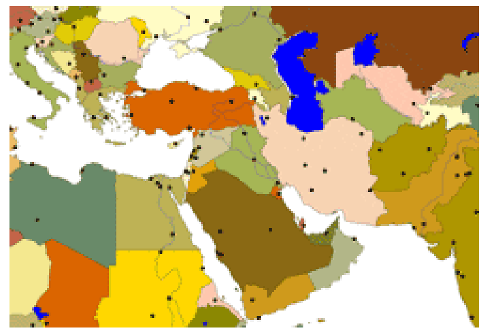
١٩٣٨، إلى خريطة رقمية في أوتوكاد، العام ١٩٩٨، باستخدام برامج R2V.

أضاف نظام تحديد المواقع العالمي GPS إمكانية جديدة لتجميع البيانات المتجهة وهو نظام يعتمد على الأقمار الاصطناعية للحصول على إحداثيات النقطة الذي يقف المستخدم عندها بدقة قد تصل إلى أجزاء المتر، مع إمكانية تجميع البيانات الوصفية أو السمات مباشرة، وتخزينها في جداول سابقة التعريف، تنقل هذه الخرائط والجداول فيما بعد إلى الحاسوب، ويمكن تصديرها إلى معظم الهيئات الشائعة في نظام المعلومات الجغرافية.

معالجة البيانات المكانية

توفر برمجيات نظام المعلومات الجغرافية عدة وظائف تقليدية لمعالجة وتحليل البيانات المكانية، وهي استرجاع المعلومات، والقياس المكاني، والتراكب، والتوليد المكاني، وإنشاء الحريم (أو الحاجز) والممرات، وتحليل الشبكة، وإسقاط الخريطة، وتحليل نموذج التضاريس الرقمي. وسنلقي في هذه الدراسة نظرة سريعة على كل وظيفة من هذه الوظائف التي توضح أيضاً الأسباب التي جعلت من نظام المعلومات الجغرافية يزداد أهمية، يوم بعد يوم، في مساعدة صانعي القرار على اتخاذ قراراتهم بسرعة وحكمة:

- **استرجاع المعلومات** (information retrieval): يستطيع المستخدم الحصول على المعلومات الخاصة بمعلم من معالم الخريطة من نظام إدارة قواعد البيانات الذي يحتفظ بتلك المعلومات، وذلك بالنقر على ذلك المعلم. وما يزيد من أهمية نظام المعلومات الجغرافية قدرته على إنشاء تقارير مخصّصة بالمعلومات التي يسترجعها المستخدم.
- **إنتاج الخرائط الموضوعية** (thematic mapping): يستطيع نظام المعلومات الجغرافية إنتاج خرائط موضوعية للمعالم الجغرافية، ويعني ذلك إظهار السمات أو البيانات الوصفية في أسلوب رسومي، ويؤدي تغيير مظهر المعالم إلى جعل المعلومات أكثر وضوحاً، بتغيير لون المعلم أو نمط الخط المرسوم به أو ترميزه برمز خاص، أو حتى كتابة إحدى قيم البيانات الوصفية لكل معلم من المعالم على الخريطة. يمكن مثلاً استخدام دوائر أكبر لترميز المدن ذات عدد السكان الأكبر، أو استخدام خطوط عريضة لترميز الطرق ذات الكثافة المرورية العالية، أو استخدام اللون الأزرق لترميز أنابيب المياه التي مر على تركيبها أكثر من ٢٠ عاماً.



الشكل (٧): يستطيع نظام المعلومات الجغرافية استخدام سمة عدد السكان مثلاً من بين

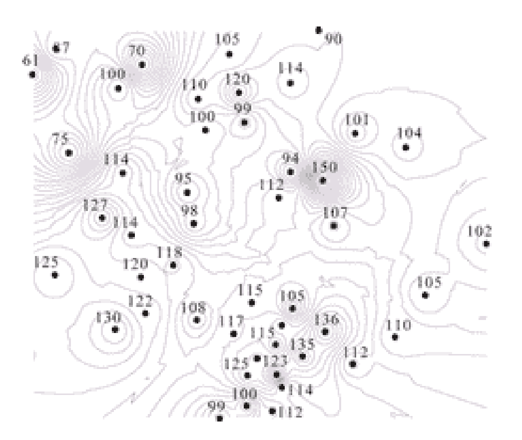
السمات لترميز الدول بالألوان المختلفة تبعاً لعدد السكان فيها، وتسمى هذه الخرائط بالخرائط الموضوعية.

- **القياس المكاني** (spatial measurement): يسهّل نظام المعلومات الجغرافية أداء القياسات المكانية، وقد تكون هذه القياسات بسيطة مثل قياس مسافة بين نقطتين وقياس مساحة مضلع أو طول خط، ويمكن أن تكون معقدة مثل قياس مساحة المنطقة المشتركة بين عدة مضلعات موجودة في عدة خرائط.
- **التراكب** (overlay): وهو إجراء هام في تحليل نظام المعلومات الجغرافية، ويتطلب تركيب طبقتين أو أكثر لإنتاج طبقة جديدة على الخريطة.

مثال على التراكب: ينمو نوع من القمح المعدّل وراثياً أفضل ما ينمو في البيئة الجافة في فصول النمو الطويلة والتربة القلوية. فإذا توفرت بيانات كافية عن طول فصل النمو ونظام الرطوبة وقلوية التربة في منطقة زراعية مترامية الأطراف فما هو أفضل مكان لزراعة ذلك النوع من القمح؟.

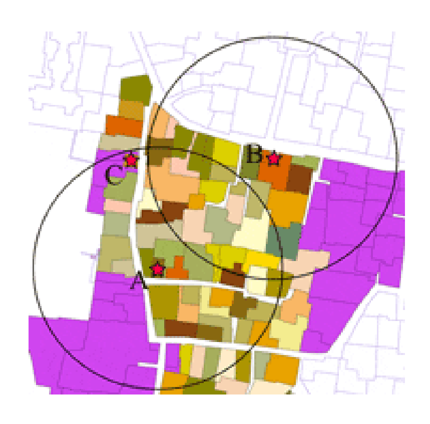
الجواب: يمكن معرفة أفضل مكان لزراعة ذلك النوع من القمح بتركيب عدة طبقات (خرائط) لتلك المنطقة تُظهر أولاها المخزون المائي وتبين الأخرى طول فصل النمو، بينما تتضمن الثالثة معلومات عن درجة حموضة التربة (pH). ويستطيع نظام المعلومات الجغرافية اختبار تلك الطبقات معاً لإنشاء طبقة جديدة تمثل أجزاء محددة من المنطقة الزراعية تفي بكافة شروط التربة المناسبة لنمو ذلك النوع من القمح.

- **التوليد المكاني** (spatial interpolation): يمكن استخدام نظام المعلومات الجغرافي لدراسة خصائص التضاريس أو الشروط البيئية من عدد محدود من القياسات الحقلية. على سبيل المثال يمكن إنشاء خريطة الهطول المطري انطلاقاً من عدد محدود من القياسات المطرية المأخوذة في مواقع مختلفة على الخريطة، كما يمكن إنشاء خريطة التضاريس انطلاقاً من عدد محدود من قياسات الارتفاع في الخريطة. ومن البدهي أن تتوقف دقة البيانات المولّدة على عدد القياسات المأخوذة.



الشكل (٨): يستطيع GIS إضافة طبقة منحنيات التسوية بتوليدها آلياً من سمات في طبقة نقاط أخرى باستخدام وظيفة التوليد المكاني.

- **إنشاء الحريم والممرات** (buffer and corridors): يستعمل الحاجز - أو الحرم و الحريم كما يطلق عليه في المصادر العربية، والكلمة الصحيحة الحريم - عندما تعتمد عملية التحليل ومعرفة المنطقة التي سيشملها حدث ما على قياس مسافة محددة انطلاقاً من نقطة أو خط أو مضلع. وهكذا يستطيع نظام المعلومات الجغرافية إنشاء دائرة تمثل منطقة التخريب الناجم عن انفجار مصنع كيميائي بمعرفة نصف قطر التخريب ورسم دائرة بحيث يكون ذلكم المصنع في مركزها.

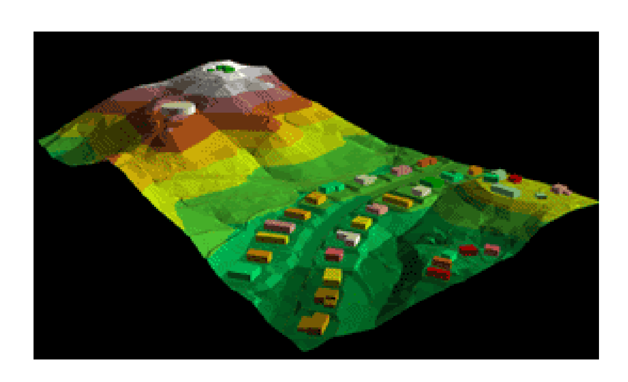


الشكل (٩): لا تسمح القوانين بافتتاح صيدلية في الموقع A لأن الصيدلية C لا تبعد عنها بالمسافة المطلوبة، ولكن الموقع B مناسب لذلك. يقوم GIS باكتشاف ذلك القرار بمفرده عبر عدة خطوات، ومن دون تدخل المستخدم.

- **تحليل الشبكة** (network analysis): يستطيع نظام المعلومات الجغرافية معالجة مشاكل الشبكة المعقدة، مثل تحليل شبكة الطرق، لمعرفة زمن الرحلة بين النقطة أ والنقطة ب على الخريطة عند سلوك طريق ما، أو تحديد الطرق التي يمكن أن تقود إلى النقطة ب انطلاقاً من النقطة أ. ويمكن استخدام تحليل الشبكة في أمور أكثر تعقيداً، مثل تقديم النصيحة إلى شركة النقليات بشأن الطريق الذي يجب أن تسلكه شاحنات الشركة عندما تنقل البضائع إلى عدة أمكنة، وتوقيت انطلاقها واستراحتها الخ. ومن الأمور التي يمكن استخدام تحليل الشبكة فيها إصلاح أعطال شبكة الهاتف والكهرباء والمياه.
- **إسقاط الخريطة** (map projection): يعتبر إسقاط الخريطة مكوناً أساسياً في فن صناعة الخرائط. والإسقاط نموذج هندسي يقوم بتحويل مواقع المعالم على سطح الأرض الكروية ثلاثية الأبعاد إلى ما يقابلها من مواقع على سطح الخريطة ثنائية الأبعاد. وبما أنه من المستحيل إسقاط الشكل الكروي بدقة على مستو، فقد تصدت بعض أنواع الإسقاط للمحافظة على الشكل، بينما اشتهرت أنواع أخرى من الإسقاط بالمحافظة على المساحة أو المسافة أو الاتجاه. وتستخدم أنواع مختلفة من الإسقاط لأنواع الخرائط المختلفة لأن كل نوع من أنواع الإسقاط مناسب لاستخدام محدد.
- **تحليل نموذج التضاريس الرقمي** (digital terrain analysis): يستطيع نظام المعلومات الجغرافية بناء نماذج ثلاثية الأبعاد للموقع الجغرافي عندما يمكن تمثيل طوبوغرافية هذا الموقع بنموذج بيانات (إحداثيات) س وَ ع وَ ص، يعرف باسم

نموذج التضاريس أو الارتفاع الرقمي (Digital Terrain or Elevation Model)، ويشار إليه اختصاراً بالأحرف DTM أو DEM.

تمثل بيانات س وَ ع مواقع على المستوي الأفقي، بينما تمثل ص ارتفاعات هذه المواقع. وكما يبدو في الشكل فإن هذه البيانات يمكن تمثيلها على شكل مصفوفة DEM (خلايا الشبكة) أو على شكل شبكة مثلثة غير منتظمة (Triangulated Irregular Network: TIN).



الشكل (١٠): يستطيع GIS بناء نموذج التضاريس الرقمي من مجموعة من إحداثيات س و ع وص.

ويمكن استخدام البيانات المشتقة من نموذج التضاريس الرقمي في تحليل الظواهر البيئية أو المشاريع الهندسية التي تتأثر دراستها بالارتفاعات أو الميول، كما في دراسات الغابات والطمي النهري. وتسمح إمكانيات الإظهار البصري في الحواسيب بعرض نموذج التضاريس الرقمي في شكل ثلاثي الأبعاد، من أية زاوية مطلوبة. مثال: يستطيع المهندسون المدنيون استخدام نموذج الارتفاع الرقمي لمعرفة أنسب الأساليب في حجب منشأ جديد عن التضاريس المحيطة (مثل منجم مفتوح)، وتقدير كمية الحجب الإضافي اللازمة لإخفاء المنشأة أو تقليل مستويات الضجيج الناجمة عنه.

برمجيات نظام المعلومات الجغرافية

تصنف برمجيات GIS في عدة أصناف وذلك تبعاً لطبيعة البيانات التي تستطيع التعامل معها، ومستوى الوظائف التي تقدمها، والبيئة التي تعمل فيها، على أن بعض هذه البرمجيات موجه لمستخدمين من نوع خاص، مثل برنامج TransCAD المصمم لخبراء المواصلات، وبرنامج Prospex الموجه لتحليل الأسواق، ولن نتحدث كثيراً عن هذه البرمجيات لأنها لا تهمنا كثيراً في هذه المقدمة عن نظام المعلومات الجغرافية.

تصنف برمجيات GIS من ناحية أولى إلى برمجيات تعتمد البيانات المتجهة، وهي الغالبية العظمى من برمجيات نظام المعلومات الجغرافية، أو برمجيات تعتمد البيانات المتسامتة مثل برنامج Idrisi من جامعة كلارك في أمريكا وILWIS من المعهد الدولي لدراسات المسح الفضائي وعلوم الأراضي في هولندا. وتصنف من ناحية أخرى من حيث مستوى الوظائف

إلى مزودات GIS، أو برمجيات GIS احترافية، أو مكتبية (Desktop GIS) ، أو متصفحات بيانات GIS، أو أدوات تطوير للمبرمجين تسمح بإنشاء تطبيقات GIS متكاملة من دون الحاجة إلى وجود برنامج، أو حلول GIS المتنقلة التي خصصنا لها مقالة كاملة في عدد فبراير/شباط ٢٠٠١ بعنوان "نظم معلومات جغرافية في جيبك".

الفئة	ESRI	Autodesk	MapInfo	Intergraph
مزود GIS	ArcIMS و ArcSDE	GIS Design Server	SpatialWare و MapXtreme	-
احترافي	ArcInfo	Autodesk Map	-	GeoMedia Professional
مكتبي	ArcView	Autodesk World	MapInfo Professional	GeoMedia
متصفح بيانات	ArcExplorer	MapGuide Viewer	Viewer Pro	-
حلول متنقلة	ArcPad	OnSite	miAware	-
أدوات تطوير	MapObjects	-	MapX	-

نظام تحديد المواقع العالمي

نظام تحديد المواقع العالمي (Global Positioning System: GPS) نظام إبحار مؤلف من ٢٤ قمراً اصطناعياً في ٦ مدارات حول الكرة الأرضية بالإضافة إلى محطاتها الأرضية، يزوّد كل منها معلومات دقيقة عن الوقت والموقع لتمكن أجهزة استقبال GPS من حساب المواقع على سطح الأرض. يجب استقبال إشارة من ثلاثة أقمار اصطناعية على الأقل لتحديد موقع جهاز الاستقبال في شكل خط عرض وخط طول، أو في أي شكل آخر تابع لشبكة الإحداثيات المحلية إذا تم تعريفها في جهاز الاستقبال. فيما يتطلب حساب ارتفاع الموقع وجود إشارة إضافية من قمر اصطناعي رابع.



الشكل (١١): قمر GPS اصطناعي، واحد من ٢٤ قمراً تدور في ٦ مدارات حول الأرض.

تستخدم تقنية GPS للحصول على بيانات متجهة عن المواقع الجغرافية، وتوفر بعض أجهزة

الاستقبال المتطورة إمكانيات لرصد النقاط والخطوط والمضلعات، وتخزينها في طبقات منفصلة، جنباً إلى جنب مع جداول قواعد البيانات، مع إمكانية تصديرها إلى هيئة GIS المطلوبة. مثال: للحصول على طبقة الآبار في القرية، يقوم مستخدم GPS أولاً بإنشاء جدول لتخزين البيانات الوصفية (يسمى أيضاً معجم بيانات data dictionary) يتضمن اسم مالك البئر ورقم الترخيص وعمقه، ثم يجري مسحاً حقلياً لرصد مواقع الآبار، وذلك بالضغط على زر خاص في لوحة المفاتيح بعد الوقوف عند البئر مباشرة وإدخال اسم مالك البئر ورقم الترخيص وعمقه. وفي نهاية المطاف يحصل على بيانات الآبار المكانية وسماتها، وهي بيانات جاهزة للاستخدام في معظم برمجيات نظام المعلومات الجغرافية.



الشكل (١٢): يتألف جهاز GPS من الهوائي وجهاز الاستقبال (على الكتف) وجهاز التقاط البيانات (في اليد).

يشكو حالياً مستخدمو نظام تحديد المواقع العالمي - ماخلا أفراد القوى العسكرية الأمريكية - من انعدام الدقة في القراءات التي تظهرها أجهزة الاستقبال لديهم يصل إلى ١٠٠ متر، ويعود السبب في ذلك إلى سياسة أمريكية تسمى التوفر الانتقائي (selective availability). فالأقمار الاصطناعية مبرمجة لإرسال معلومات غير دقيقة عن الوقت والموقع. وذلك لمنع القوى العسكرية الأجنبية من استخدام GPS في أغراض معادية لها. وقد قامت الولايات المتحدة الأمريكية منذ فترة بتخفيض التوفر الانتقائي بحيث أمكن الحصول على دقة تصل إلى ١٠ أمتار. وعندما تكون هذه الدقة لا تفي بالغرض، يمكن استخدام أجهزة استقبال متطورة لتحليل الإشارة الملتقطة من القمر الاصطناعي، ومقارنتها بالإشارة المستقبلة من المحطات الأرضية، للحصول على معلومات أكثر دقة يمكن أن تصل إلى أجزاء من المتر. ويعرف هذا الإجراء باسم التصحيح التفاضلي، ويطلق على أجهزة استقبال القادرة على القيام بذلك اسم DGPS اختصاراً لعبارة GPS Differential.

الاستشعار عن بعد

الاستشعار عن بعد هو دراسة الظواهر من الجو أو الأقمار الاصطناعية، وهو يؤهّل العلماء لترجمة الظواهر بطريقة أفضل. وهذه الوسيلة مفيدة جداً في مسح مناطق شاسعة بكلفة صغيرة نسبياً. يستخدم الاستشعار عن بعد لذلك في دراسة المناطق القطبية والصحاري

والغابات والمناطق الجبلية، فالخرائط ذات المقياس الصغير والدقة الجيدة يمكن إنتاجها بكلفة أقل انطلاقاً من صور الأقمار الاصطناعية. وقصارى القول أن الاستشعار عن بعد مناسب لدراسة المناطق الشاسعة ذات التضاريس الصعبة، وحيثما تكون كلفة أعمال المساحة التقليدية باهظة.

تزودنا الأقمار الاصطناعية والاستشعار عن بعد بمعين لا ينضب من المعلومات، تتضمن دراسة شكل الأرض وتضاريسها وتوزّع اليابسة والبحار على سطحها، ودراسة النباتات والتربة والتركيب المعدني. وتوفر لذلك الكثير من الوقت والكلفة المطلوبة لإنجاز المسح الحقلي المطلوب. كما تساعد المعلومات الملتقطة على فترات منتظمة العلماءَ على تمييز مدى التغيير في الشروط الأرضية خلال الفصول، مثل التغييرات في رطوبة التربة الموسمية، وهذه معلومات مفيدة جداً في تخطيط المناطق التي تشهد تغييرات متكررة في الغطاء الأرضي لها، مثل الأراضي الزراعية والأغوار والمناطق التي تتأثر بالمد والجزر

استخدامات GPS المدنية

١ - في السيارات

بالجهاز الملاحي والكومبيوتر والأقمار الصناعية

احذر: جاسوس في سيارتك



من رأي أساتذة النقل الانجليز مثل البروفيسور دافيد بيج ان التكنولوجيا يمكن ان تساعد في حل مشاكل المرور وتكديسه الذي أصبح يأخذ أبعادا وبائية. ولكن البروفيسور أوستني وليامز له رأي آخر، يتلخص في ان استخدام القضية قد يحد ويقلص من الحريات المدنية.

ولكن أي ذرائع وحجج تتواري وتتراجع امام مطالب زيادة الأمان والسلامة علي الطرق، ومن هنا فان اقتراح استخدام نظام تحديد الموقع الجغرافي بالأقمار الصناعية GPS لضبط حركة الطريق يجد مؤيدين أكثر من المعارضين.

لكن المشكلة كما يقول أحد الخبراء ان الجمهور لايثق بالمؤسسات السياسية عندما تتعامل كيزنس بشكل متزايد.

والاقتراح هو ان تقوم الأقمار الصناعية بالمشاركة مع كمبيوتر علي متن السيارة والجهاز الملاحي المرتبط بنظام GPS بمراقبة سرعة السيارات وفرض الغرامات اوتوماتيكيا عن طريق الأقمار الصناعية. ولكن فرض تطبيق هذه القضية ماتزال غير مواتية، ولم يصدر قانون بعد بغرضها ولكن يبدو ان الحكومة في بريطانيا سوف تسعي بكل جهدها لاقرار هذه الطريقة رغم انف معارضة الرأي العام الذي يرفض ان يكون هناك جاسوس في سيارته يراقبه في كل حركة وكل سكنة. كما ان هذه الطريقة سوف تفرض علي كل سيارة تركيب تجهيزات معينة مما يزيد الطلب عليها في الأسواق وهو ما يصب في مصلحة 'البيزنس' أولا، وضد مصلحة الجمهور غالبا، الذي سوف يدفع لقاء هذه التجهيزات وسوف يدفع الغرامات الكثيرة التي سوف تنهال عليه اذا ما حاول ان

يزيد سرعته عن الحدود المقررة.
وعلي مستوي صناعة السيارات فهناك شكوك حول سيارات الأداء العالي السريعة والتي سوف تتلقي ضربة قوية اذا تم تطبيق هذا النظام.
ويقول رئيس مهندسي المحركات في لوتس ردا علي سؤال حول تأخر طرح النسخة السريعة من ايليز MKLT ان السبب يرجع الي ان الانتهاء من تركيب نظام تشخيص الأعطال الداخلي OBD يتطلب وقتا طويلا هذه الأيام. وهذا النظام ايضا من نظم المراقبة في السيارة ولذا لاتستطيع اية سيارة ان تزيد قوة محركها ولو ١٠ احصنة حتي لاتتعرض لانطلاق الانذار فيها خاصة مع قسوة وصرامة قوانين المرور التي لاتسمح بتجاوز قوة معينة.
والمستوي الحالي المطبق في اوروبا لنظام التشخيص الداخلي OBD بمحركات البنزين هو EOBD) وهو نسخة اوروبية من النظام الامريكي (OBD 2 والذي يهتم اساسا بمتسويات العادم. كما ان ٤٠ % فقط من نظام ادارة المحرك يهتم بالرقابة و٦٠ % تشخيص، بمعني ان معظم عمل ادارة المحرك موجه للكشف عن زيادة نسبة العادم عن النسب المقررة قانونا وتسجيل صالة السيارة في تلك المواقف. ويستطيع جهاز الكشف عن العوادم في ادارات المرور ان يقرأ بواسطة كمبيوتر هذه السجلات والكشف عن ان السيارة تعاني حاليا او كانت تعاني في أي وقت سابق من مشكلة تتسبب في زيادة نسبة العوادم، وبالتالي فان تجديد رخصة السيارة سوف يكون اصعب، خاصة وان البعض يستطيعون التلاعب في نسب الهواء والبنزين لكي تخدع جهاز الكشف عن العوادم وقت الفحص فقط.
وهناك نظام اخر تتم مناقشته حاليا في امريكا هو OBD 3 ومن المقرر تعميمه عام ٢٠١٠. وهذا النظام يربط OBD 2 مع GPS الذي يحدد مكانها اينما كانت علي ظهر الارض وتليفون محمول. والفكرة في امريكا هي ان يقوم نظام ادارة المحرك بارسال اشارة او رسالة الي التليفون المحمول الذي يتصل بالمصنع، فيعلم المصنع نوع العطل ومكان السيارة ويبعث برسالة علي شاشة السيارة تخبر السائق عن اقرب مكان يستطيع التوجه اليه في اقل وقت ممكن. ومن الممكن ايضا ان ترشده الي عمل اشياء بسيطة الي حين القيام بالفحص. هذه هي الفكرة الأساسية ولكن المخاوف كثيرة، فان رسالة بالتليفون المحمول تصل الي شاشتك يمكن ان تغير من التنبيه علي مواعيد الفحص الدوري او اصلاح خلل بالسيارة الي كمية محترقة من الاعلانات من كل الأنواع التي يمكن تصادفها في بريدك الالكتروني مثلا.
لكن المخاوف الأكبر هي ان نظام OBD هذا يمكن ان يسجل انك قطعت مسافة ٣٠ كيلومترا علي سرعة ما بين ٦٠ و٢٤٠ كم/س يوم ١٤ اغسطس عام ٢٠٠٤ وهي ما يعني انك قد تتعرض لعقوبة السجن في بعض الدول التي تسجن المخالفين لشروط السرعة.
اما المتسابقون علي حلبات السباق فيستطيع نظام GPS ان يتعرف علي مكانهم وبالتالي لايسجل ضدهم اية مخالفات تخص السرعة، ولكنه يستطيع ان يسجل ضدهم مخالفات تغيير القطع الأصلية لسياراتهم بقطع اخري تناسب السرعات التي يقودون بها وهو ما يعرضهم لسحب الرخصة ودفع غرامات تصل الي ١٠ الاف جنيه استرليني في بريطانيا مثلا.
وهكذا تصبح التقنية الجديدة في جهاز ادارة المحرك والتشخيص شاهدا علي

سلوك السائق بعد ان كانت من قبل تقتصر علي اخباره بنوع العطل. ومع تقدمها اصبحت تعطي له معلومات اوفر، ليس فقط عن نوع العطل ولكن ايضا عن حالة الطريق وظروف القيادة وسرعة السيارة وكلها معلومات ضرورية لتشخص حالة السيارة وبيان اسباب العطل فيها.

يذكر ان معظم السيارات المتوسطة الان في اوروبا مزودة بنظام GPS و ٩٠ % من السكان لديهم خطوط تليفون محمول. وماتزال. شهية الناس مفتوحة للتكنولوجيا الجديدة، ومع توافر هذه التجهيزات الأساسية بالفعل فان تشغيلها معا لن يتكلف الكثير وسوف تصبح المعلومات متاحة، ويبقي السؤال حول المستفيد من هذه المعلومات، خاصة اذا سمح القانون باطلاع الجهات الحكومية علي هذه المعلومات واتخاذها قرينة لفرض العقوبات علي من تحضهم.

لكن تشغيل هذه التكنولوجيا سوف يوفر مزيدا من الامان، حتي ضد السرقة، حيث يتم الابلاغ فورا عن مكان السيارة، وربما استطاع هذا النظام شل حركة السيارة قبل ان تصل اليها يد الشرطة. وقد يتغير شكل الطريق مع هذا النظام فتصبح السيارات مثل القطارات تسير في حارة مرورية واحدة بسرعة منتظمة. الامكانيات كثيرة وسوف تكون متاحة ان اجلا او عاجلا، ولكنها تحتاج فقط الي ان يثق الناس في القائمين علي تنفيذها.

٢ - في الجوال



الذين شاهدوا فيلم الشبكة لساندرا بولوك، ورأوا كيف أمكن تحديد موقع الهاتف المحمول الذي تستخدمه البطلة في الاتصال بتقنية تعتمد على الإنترنت.. بدت لهم المشاهد التي تحكي هذه التفاصيل قريبة من الخيال العلمي، أو سلموا بها وهم متأكدون أنها تعتمد على تقنيات تملكها أجهزة استخبارات لا تبخل في الإنفاق عليها الدول، وتقصر استخدامها على دواع أمنية أو حربية.

الآن هذه التقنية خرجت للنور في بريطانيا، وتوشك أن تنتقل لكل أوروبا لتنتشر منها لكافة أرجاء المعمورة، ولكن هذه المرة يمكنك أنت وهي وأنا من تحديد الأماكن التي يتواجد فيها حامل الهاتف النقال.. يعني "أخ أكبر" أو "Big brother" لا يمكن أن تخدعه وتدعي التواجد في مكان وأنت في مكان آخر.

وحسبما يقول كولن بايتس رئيس فريق التكنولوجيا في شركة "موبايل كوميرس" فإن كبريات شركات الهاتف النقال تقدم جميعها الآن خدمة تجارية يمكن عن طريقها إرسال أي رقم هاتف نقال ليخبروك بمكان حامله؛ يعني خدمات تجسسية نظير مقابل، تمامًا كما نشاهد في الأفلام الأمريكية.

كنا سمعنا من قبل عن شبكة "إيشلون" الكونية التي تتشارك فيها دول العرق الأنجلوساكسوني مثل أمريكا وإنجلترا وأستراليا وكندا ونيوزلندا للتنصت على كل وسائل الاتصال بمختلف أنواعها لأغراض عسكرية و"عولمية"، ولم يستغربها البعض باعتبارها دول مارس معظمها الاستعمار الاسيتطاني، كما سمعنا عن نظام تحديد المواقع العالمي

GPS الذي يستخدم سواء على النطاق العسكري أو المدني.

لكن أن يمارس كل منا دور الرقيب اللصيق على غيره عن طريق هاتفه النقال الذي يحمله، وغالبًا لا يتركه -وإلا فقد ميزة أنه نقال- فهذا أمر عجيب ومثير، ومؤسف في نفس الوقت.

خدمات.. "فالصو"

الذين يروجون لهذه الأساليب التجسسية يقولون: إن العائد من استخدامها سوف يكون مجديًا، والفوائد جمة، ويضربون لذلك عدة أمثلة منها:

- أنهم يخططون لتقديم خدمة إلى الأسر في القريب المنظور تسمح للآباء الذين ينتابهم القلق على أولادهم أن يعرفوا مكان هؤلاء الأولاد، وذلك مقابل مبلغ شهري ثابت يتيح لأفراد الأسرة استخدامها لعدة مرات.
- تحقيق الحلم الذي راود خيال البعض لسنوات عدة، وتمنوا لو ظهرت وسيلة يمكن من خلال استخدامها تحديد مكان الهواتف النقالة، وتأسيسًا على ذلك يمكن تقديم خدمات أخرى مثل التعرف على مكان أقرب نقطة صرف نقود أو مطعم أو دار سينما، أو غيرها من الأماكن العامة، وغني عن البيان أن خدمة كهذه تنطوي على كثير من الكسل والرفاهية التي لا تكل الدول المترفة عن توفيرها لمواطنيها؛ إمعانًا في عدم بذل أي مجهود لأدنى غرض، مع أن خريطة جيب يمكن أن تقوم بالمهمة.
- تحقيق رغبة الشركات التي يوجد لديها أساطيل من السيارات، وترغب في مراقبتها ومعرفة أين يذهب مندوبو المبيعات والتسويق طوال اليوم، وإذا كانوا يتسكعون بالسيارات لأغراض أخرى لا تخدم العمل، وينتظر أن تكون هذه الشركات من أوائل المستخدمين لتلك الخدمة.
- ومن نافلة القول هنا إنها خدمة تجسسية بامتياز، وتتماشى بدرجة كبيرة مع إرهاصات الدولة البوليسية التي بدأت تستشري في أوروبا بعد الولايات المتحدة الأمريكية على خلفية أحداث ١١ سبتمبر تحت مظلة توفير الأمن.
- ويقولون أيضًا: إن التجارب التي أجريت على نظام تحديد المواقع هذا أظهرت أنه فعَّال، ويمكن أن يساعد المطاعم والمقاهي ودور السينما... إلخ في شغل المقاعد الشاغرة، وكذلك المتاجر في جذب الزبائن عن طريق إرسال رسائل نصية إليهم عند معرفة أنهم بالقرب منها.

من جانبنا.. لا نرى فارقا يُذكر بينها وبين الإلحاح والمطاردة التي تمارسها جهات معينة لمستخدمي البريد الإلكتروني في الترويج لمنتجاتها وخدماتها بإرسال رسائل لم يطلب منهم إرسالها، ولكنها تقتحم البريد اقتحامًا.

ومن الخدمات التي يرون أن تحديد مكان حامل الهاتف النقال سيكون مفيدًا فيها أنها ستسمح بمعرفة ما إذا كان أصدقاء المرء قريبين منه في الأماكن العامة والسياحية إذا كانت هناك رغبة في اللقاء بهم!

المهم في هذا الصدد أن التشريعات الخاصة بحماية سرية المعلومات الشخصية تقضي بعدم السماح بتتبع مكان الهاتف النقال إلا بموافقة صاحبه، ونذكر هنا أن تلك التشريعات تتآكل قدرتها على حماية خصوصية الأفراد إما بعدم التطبيق أو بالتراجع أمام القوانين الاستثنائية التي تشكل بشارات الدولة البوليسية.

وبرغم قائمة الحوافز السابق ذكرها لإسالة لعاب المستخدمين للإقبال على الموافقة

للشركات الخاصة بتحديد أماكن التواجد عن طريق الهاتف النقال؛ فإن أكثرها إغراء لهم والذي يضاف للقائمة السابقة هو دغدغة رغباتهم بالتلويح بإمكانية رفع عبء الضرائب عن كواهلهم.

إذ يمكن أن تساعد تلك الخدمات الحكومات في فرض رسوم للسفر على الطرق السريعة حسب المسافة التي تقطعها السيارات بدلا من تقاضي رسوم على مسافة الطريق كله.

الجيل الثالث.. وآفاق أخرى

هذه الصرعة الجديدة بدأت في الظهور بجهود ثلاث شركات بريطانية هي "Verilocation"، "Mobile Commerce" و"Garmin"، ومع ظهور أجهزة حديثة تعرف المكان الذي توجد فيه أنت، أصبح متوقعًا شيوع خدمات تحديد الموقع أكثر وأكثر في المستقبل؛ فهي خدمة وإن كانت ذات تكلفة عالية في البداية إلا أنه مع انتشارها ستصبح رخص التكلفة شبه مؤكدة؛ فأغلب المستخدمين حاليًا من المؤسسات التي يهمها تتبع حركة موظفيها عن طريق الهواتف النقالة، غير أنه في المستقبل ستقدم الخدمة للأفراد؛ وهو ما يعني انتشارًا أفقيًّا أوسع، وبالتالي تتصل الدائرة المفرغة الخاصة برخص التكلفة وسعة الانتشار.

ويعمل نظام تحديد الموقع بشكل جيد داخل المدن في المناطق التي يغطيها عدد كبير من محطات الإرسال المتداخلة، ويسمح هذا بتحديد المكان بنسبة خطأ لا تتجاوز ٢٠٠ متر تقريبًا؛ مما يعني أن هذه الطريقة ليست دقيقة تمامًا مثل "نظام تحديد المواقع" الأمريكي عن طريق الأقمار الاصطناعية.

لذا فمن المحتمل أن يكون أكبر استخدام لذلك النظام الجديد من جانب المستهلكين داخل وحول مراكز المدن.

يقولون: إن أكثر التطبيقات نجاحًا لذلك النظام ستكون بين أجهزة الهواتف النقالة من الجيل الثالث، لكن لن يتحتم الانتظار لحين انتشار هذا الجيل؛ فهناك شركات تعمل بالفعل في المجال تأسيسًا على قدرة الكثير من الجيل الحالي على الاتصال بشبكة الإنترنت، وتقدم الخدمة حاليًا بتكلفة اشتراك مرتفعة نسبيًّا، غير أنه من الممكن تجربة الخدمة لمرة واحدة بالمجان.

وقد بدأت شركة "Verilocation" بالفعل في تشغيل نظام يعتمد على شبكة الإنترنت يعطي خريطة لمكان تواجد الهاتف حتى وإن كان من الهواتف المتاحة

استخدامات GPS العسكرية

أهمية الاتصالات والمعلومات في الحروب الحديثة

اللواء د. جمال مظلوم

أصبحت الاتصالات والمعلومات عنصرين متلازمين ومتكاملين في الحروب الحديثة، وزادت أهميتهما في الحروب التي دارت في أواخر القرن الماضي، بعد إضافة الحاسبات والأجهزة الكمبيوترية، وأصبحت ضرورة حتمية في حرب تغيير النظام العراقي في

مارس ٢٠٠٣م إلى الحد الذي أصبح فيه رصد الهدف وتقويم المعلومات المستخلصة من هذا الهدف من موقع رصد الهدف عبر آلاف الكيلومترات - من مسرح العمليات فى آسيا على سبيل المثال إلى غرف العمليات بالولايات المتحدة الأمريكية - والتكليف بمهمة التعامل معه، سواء بالطائرات أو بالصواريخ لاتستغرق أكثرمن دقائق معدودة.
من هذا المنطلق أصبح تجهيز الجيوش حالياً بأحدث تكنولوجيا المعلومات عنصراً رئيساً في تسلح الجيوش، وأطلق عليها في الولايات المتحدة تسمية: "الترقيم". وتضم أساساً ثلاثة عناصر أساسية، هي: جهاز الكمبيوتر، والبرمجية، والبني التحتية للاتصالات التي تدعو الحاجة لدعمها.
إن التطبيقات المتاحة تجارياً لمعالجة البيانات، والبحث في الانترنت، وتشكيل قواعد بيانية مع تطبيقات "Powerpoint" المنتشرة من "مايكروسوفت (Microsoft) لإيجاد شرائح إيجازية، باتت كلها الغذاء اليومي للعسكريين الذين يستعملون الكمبيوتر، والمكان الذي تبذل فيه الجيوش معظم جهودها لتطوير تكنولوجيا معلومات جديدة يقع في نطاق تقديم مراقبة ورصد في الوقت الحاسم لميدان المعركة.
هذه التكنولوجيا تمنح القادة صورة طبيعية حيال مشهد ميدان المعركة، ولدى ربطها بالبرمجيات المستعملة للإشارة بإطلاق الأسلحة المباشرة وغير المباشرة أوتوماتيكيا على الهدف، يؤمل بأن تسرع إلى حد كبير سلسلة المستشعر - الرامي. وبربط التبليغ الأوتوماتيكي عن الذخيرة واستهلاك الوقود بالشبكة، مما يساعد على أن يتمكن المخططون اللوجستيون من تخطيط جهودهم بصورة أفضل لإعادة تموين القوات في الخط الأمامي آلياً وبأقل وقت ممكن.
وقد شاهد الغزو الذي قادته الولايات المتحدة الأمريكية على العراق استعمال التكنولوجيا الرقمية لميدان القتال على نطاق واسع للمرة الأولى، بحيث استعمل الجيش الأمريكي والجيش البريطاني عناصر من برمجية FBCB2 لتأمين صورة طبيعية عن ميدان المعركة في إطار نظام مطور يطلق عليه تعقب القوات الزرقاء (التحالف) الذي يعمل بالأقمار الاصطناعية.
وبصفة عامة، تستقبل هذه الشبكة معلوماتها من أجهزة التنصت على الاتصالات وشبكات القيادة وحول الرادارات الدفاعية المعادية، سواء من المحطات الموجودة على الأراضي أو في الجو، من الطائرات بأنواعها المختلفة أو من القطع البحرية المخصصة لذلك أو من الأقمار الاصطناعية التي تقوم بالمهام نفسها ومنها KH-11، ميتس، لاكيروس - ٤، هذا بخلاف المعلومات التي تتحصل عليها القوات الخاصة والعملاء الموجودون في ساحة المعركة نفسها.
ويتولى تجميع هذه المعلومات مراكز الرصد والمتابعة في الولايات المتحدة على بعد ٦٣٠٠ ميل من مسرح العمليات والموجود في قاعدة لانجلى الجوية في ولاية فرجينيا، والذي يحلل يومياً الأشرطة الواردة من طائرات الاستطلاع بأنواعها - المأهولة وغير المأهولة - والمصادر الأخرى.
وخلال الحرب على العراق، عمل الفريق في لانجلي - إضافة إلى فريق آخر في قاعدة بيل - على متابعة ما يلي:
- ٦ طلعات لطائرات U-2 يومياً.
- من ٣-٤ طائرات بدون طيار من نوع بريداتور على مدار الساعة.
ومن أهم مصادر المعلومات حالياً، والتي أصبحت عنصراً رئيساً لتدقيق المعلومات قبل قصف الهدف :

المركبات الجوية دون طيار: -

أهم المركبات الجوية دون طيار (UAV) الحالية هي "غلوبال هوك" RQ-4A Gipbal Hawk)) وتحلق على ارتفاع شاهق لمدة طويلة (HALE)، وقد حلقت للمرة الأولى في العام ١٩٩٨م، وهي تقلع بوزن ١١٦٠٠ كيلو جرام وتعتبر ثقيلة بثقل المقاتلة (F-16). تستطيع مركبة "غلوبال هوك" إن تؤمن مراقبة على مدى ٢٤ ساعة في شعاع قطرة ١٢٠٠ميل بحري (٢٢٢٥كم)، وتتمتع حالياً بحمل مستشعرات يصل وزنها إلى ٩٠٠ كجم، وتجمع بعض هذه المركبات كاميرات الكترونية بصرية وكاميرات تعمل بالأشعة تحت الحمراء للتصوير الثابت ورادارا يكون الصورة بأدق تفاصيلها، وذلك على مدى فعال يبلغ أكثر من ١٠٠ ميل بحري (١٨٥كم).

وقد حققت المركبة المعنية في أطول طيران لها في التجارب ٣١٫٥ ساعة، وبلغت أطول مسافة حققتها ٢٥٠٠٠كم، وقد وصلت إلى ارتفاع بلغ (٦٦٤٠٠) قدم (٢٠٢٤٠م)، وتستطيع مستشعراتها إن تغطي مساحة أكثر من ١٠٠٫٠٠٠ كيلومتر مربع في طلعة واحدة. ورغم آدائها البارز، تجري دراسات لاستبدال مروحتها التربينية (AE 3007) من رولس رويس (RR) بمحرك أقوى، أو إعادة تصميم المركبة لاستعمال مروحتين تربينيتين من طراز (AE 3007).

كذلك تجري دراسة لزيادة باع الأجنحة من ٣٥٫٤ إلى ٤٥٫٧ متراً لزيادة صمودها إلى أكثر من ٣٦ ساعة. وقد تحدثت تقارير عن تعديل في المركبة الجوية المعنية كي تحمل قنبلتين موجهتين زنة الواحدة ٢٢٥ كجم أو أربع قنابل أصغر حجماً. إلا أنه يظهر على الأرجح بأن التركيز في الاستخدام سيبقي على المراقبة من علو شاهق بلا سلاح.

النوع الثاني: هو المركبة "بريدايتور" (Predator) توجه من بعيد، وقد حلقت مركبة (RO-1A) الجوية دون طيار للمرة الأولى في العام ١٩٩٤م، وقامت على أساس الخبرة مع الشركة نفسها التي أنتجت مركبة (Gnat 750) التي كانت وكالة الاستخبارات المركزية (CIA) تشغلها.

استعملت مركبة (Predator) أيضاً فوق البوسنة وكوسوفو، وقد استعملت مركبة (-MQ 1B) الجوية دون طيار المتعددة الأدوار (التحديد المستعمل حالياً لمركبات بريدايتور المسلحة) للأهداف الأرضية التي يحددها الليزر لمهاجمتها بالطائرات المأهولة، وقدمت تصوير فيديو لمركبات (AC-130Hs)، وتستطيع أن تؤمّن في دور المراقبة تصويراً فيديوياً عالي الوضوح للقائد على الأرض، أو إلى البنتاجون (باستعمال وصلات بالأقمار الاصطناعية)، وقد طلب لغاية الآن ٧٩ مركبة بريدايتور على الأقل لمصلحة مختلف الأسلحة الأمريكية، وطلب سلاح الجو الإيطالي ست مركبات منها، وتقدر ثمن الواحدة بحوالي ٥ ملايين من الدولارات.

لدى مركبة "بريدايتور ب" (MQ-9A,Predator B) التي حلقت للمرة الأولى في بداية عام ٢٠٠١م محركات بمروحة تربينية طراز (TPE 331) من شركة (Honeywell) عوضاً عن المحرك بكباس (Piston engine) السابق (Rotax)، الذي يتيح زيادة وزن الإقلاع من ١٠٤٥كجم إلى ٢٩٠٠كجم، وزيادة الارتفاع العملياتي من ٧٦٠٠م إلى ١٣٠٠٠م. ومع ذلك خفض صمودها الأقصى من ٤٠ إلى ٢٤ ساعة. وستكون المركبة المعنية (MQ-9A) قادرة على أن تحمل في داخلها حملاً نافعاً وزنه ٣٤٠كجم وحملاً خارجياً وزنه ١٣٦٠كجم. وتشمل التطورات الممكنة مستقبلاً استعمال عدد أكبر من صواريخ "ستينغر" (Stinger) جو - جو مثلما استخدمت من قبل.

وللمركبات الجوية دون طيار أهمية خاصة للقوات البحرية، لأنها تشكل وسيلة مراقبة

واستطلاع بعيدة، دون الحاجة لحاملة طائرات تقليدية، فالمركبة الجوية دون طيار البحرية يمكن إطلاقها على سكة واستعادتها بتوجيهها إلى داخل شبكة عمودية كبيرة، إلاّ أن هذا يؤدي إلى تآكل كبير في أجزائها، كما أنه لابد أن تكون قادرة على الإقلاع والهبوط عمودياً، مما يخلق بعض المشكلات التي تحتاج لمعالجتها لملائمة ظروف الاستخدام.
ويكمل نظم المعلومات والاتصال هذا توجيه الأسلحة والذخائر عن طريق نظم الاتصال المختلفة، نذكر منها الأسلحة الجوية الموجهة بالرادار أو الصواريخ الباحثة عن الحرارة، وما يهمنا هو نظم التوجيه المتقدمة حالياً - ومنها السلكي - والتي استخدمت في بداية الخمسينيات والستينيات، كذلك أفضت مطالب الحرب الجوية في فيتنام والشرق الأوسط خلال التستينيات والسبعينيات إلى إنتاج الصواريخ الموجهة الأولى التي تمتعت بتوجيه أمر لاسلكي (راديو). كان بينها صاروخ "مافريك" (Maverick AGM-65) الذي كان يتمتع بكاميرا تليفزيونية في مقدمتة، كانت ترسل صوراً إلى الطائرة التي تطلقه، بحيث كان مشغله يصحح مسار الصاروخ في تحليقه ويوجهه إلي هدفه. هذه الصواريخ أصبحت خلال الثمانينيات والتسعينيات أكثر تعقيداً، وأدخلت أسلحة جديدة إلى الخدمة مثل صاروخ الهجوم البري (AGM-8 4) الذي يطلق من بعيد (SLAM) وصاروخ (AGM-130) من إنتاج "بوينغ" (Boeing)، وقد تميزت هذه الصواريخ بمستشعرات أفضل، بما فيها كاميرات تصوير حرارية، إضافة إلى وصلات معطيات محسنة ومسجلات فيديوية للاحتفاظ بالصور لأغراض المتابعة اللاحقة.
خلال أواخر الستينيات، جاء التوجيه الليزري المستقل كوسيلة لتوجيه الأسلحة بدرجة من الدقة لم تكن معروفة من قبل، وقد طورت مجموعات بسيطة زهيدة الثمن ويعتمد عليها لتحول القنابل "الصماء" إلى أسلحة ذكية، وتعدّ سلسلة أسلحة (Paveway) هي أكثرها شهرة، إلا إن شركة (MBDA) وشركات أخرى طورت منتوجات مماثلة. تعمل الأسلحة الليزرية بتسليط ضوء ليزري قوي على الهدف وبمستشعر في مقدم الذخيرة يكتشف الضوء المنعكس، وفيما يحلق السلاح إلى هدفه، يصدر كمبيوتر على متنه معطيات تصحيح مساره ليضمن إصابة السلاح للبقعة المطلوبة.
تعتبر الأسلحة الليزرية دقيقة جداً، إلا أنها تعتمد بدرجة كبيرة على محافظة الليزر على تماس غير منقطع مع الهدف خلال تحليقها، وبإمكان الطقس السيئ والغيم أو التدابير المضادة النشطة تعطيل الليزر وإلزام السلاح على إن يفقد التحامه والابتعاد في تحليقه عن نقطة الهدف المرغوبة.
التطور التالي للأسلحة الموجهة شمل استعمال نظام التوجيه بالأقمار الاصطناعية، مجموعة نظام تحديد الموقع عالميا (GPS) الأمريكية السائدة، وقد استعملت هذه الأسلحة معطيات مسار وارتفاع من المجموعة التي تحدد الموقع عالمياً (GPS) لتوجيه الأسلحة إلى أهدافها، ويمكن على غرار القنابل الموجهة ليزرياً إضافتها بسهولة للأسلحة القائمة لتحسين أدائها، وإن أشهر أسلحة هذه الفئة هي ذخيرة الهجوم المباشر المشترك (JDAM) التي طورت القوة الجوية الأمريكية العسكرية، وقد استعملت في نزاعات كوسوفو وأفغانستان والعراق الألوف من ذخيرة (JDAM) بدقة متناهية، وقد بات أكثر من نصف الذخيرة الموجهة بدقة التي يستعملها الجيش الأمريكي من تلك القنابل (JDAM)، وكانت النماذج الأولى تبرمج قبل إطلاقها، لكن القدرة حالياً على إتاحة إعادة برمجتها بإحداثيات أهداف خلال طيرانها أصبحت متوفرة.
تنتج شركة (MBDA) حالياً مجموعة أسلحة موجهة بواسطة نظام (GPS)، وقد ركبت "رايثيون" (Raytheon) رزم توجيه (GPS) على مجموعات قنابل (Paveway) لتحصل على أسلحة متعددة الأدوار، وقد تبنى سلاح الجو الملكي البريطاني مؤخراً هذا السلاح، وقد

ركبت شركة "رايثيون" نظام (GPS) على الصواريخ الجوالة من نوع (Tomahawk) تحسينا لدقتها.

كذلك أخذت نظم (GPS) تنطلق حالياً إلى حلبة القوات البرية بقيام شركة (Lockheed Martin) بالعمل على تركيب نظم توجيه (GPS) على نظام القذائف المتعددة الصاروخية (MLRS) لتوجيهها بدقة، ويعمل عدد من الشركات أيضاً على تطوير قذائف موجهة بنظام (GPS) كي تطلق من مدفعية ميدان وهاونات تقليدية.

أسلحة الجيل الجديد

على الرغم من أن الأسلحة الموجهة بنظام (GPS) تستقدم قدرات جديدة متعددة، فإنها تعاني من ضعف واحد، وهو اعتمادها على توجيه بعيد عن لوحة التحكم، وهذا يمكن أن يختل بتشويش من العدو أو إذا لم تعمل كوكبة الأقمار الاصطناعية بنظام (GPS) بصورة جيدة، وكي تمنح القوات المسلحة خيارات أخرى، يستعمل حالياً عدد من تكنولوجيات التوجيه الجديدة. وقد شقت الولايات المتحدة الطريق بنشرها أسلحة موجهة رادارية بموجة ميلليمترية لاستعمالها على حوامة (Longbow Apache AH-64 D)، ويستعمل نظام السلاح هذا راداراً لكشف الأهداف، ومن ثم تتضمن إشارات آمرة للصواريخ في الإشارة الرادارية، وتتطلع قوات مسلحة متعددة أيضاً إلى تكنولوجيا معرفة الصور كمساعد على التوجيه، وهذا يختزن "مكتبة تهديد إلكترونية" عن الأهداف المحتملة في السلاح وعلى متن المستشعرات - سواء أكانت بصرية أم رادارية - البحث عن الأهداف في المكتبة. إن الأسلحة التي يطلق عليها اسم "أطلق وانس" قد استعملت للمرة الأولى خلال حرب العراق عندما ألقت قاذفات أمريكية من نوع (B-52) في سلاح الجو الأمريكي ست قنابل من نوع (CBU-105 WCMD)، ويتخلل كل قنبلة ١٠ قنابل صغيرة مجهزة بصمام استشعاري (SFW)، يتمتع كل منها بأداة رادارية تعرف الهدف وتوجهه نحو قطع كبيرة من المعدات العسكرية، كالدبابات والشاحنات وقطع المدفعية. وتتمتع الأسلحة المجهزة بصمام استشعاري (SFW) بذاكرة كمبيوترية تمنعها من إصابة أهداف غير عسكرية، كالباصات والجرارات، وقد بلغت شركة (MBDA) المراحل النهائية في تطوير سلاح (Brimstone) الذي يطلق وينسى، للمملكة المتحدة، الذي يتضمن تكنولوجيا تعريف الصور في هيكل صاروخ (Hellfire).

باتت الأسلحة الذكية حالياً راسخة بثبات كبنود يتحتم شراؤها لكل قوة من القوات المسلحة، وبعدما كانت حكراً على القوات المسلحة الغربية العالية الموازنة والبالغة التكنولوجيا، فإنها تتاح حالياً لمعظم البلدان، وقد باتت التكنولوجيا ناضجة وأخذ سعرها ينخفض فعلاً، وعندما ينشر نوع ذخيرة ذكية، غالباً ما يتم تطوير تدبير مضاد لها، يؤدي إلى ضغط لنشر تكنولوجيا جديدة تتغلب على هذه المشكلة، ويرجح مستقبلاً إن تبرز فرص جديدة عندما تنشر أوروبا نظام التوجيه الخاص بها بالأقمار الاصطناعية، غاليليو (Galilio) يؤدي إلى إزالة الاعتماد على معلومات التوجيه التي تقدمها الأقمار الاصطناعية الأمريكية، وقد بات مستقبل الأسلحة الموجهة مضموناً حالياً وتأمن مكانها في الترسانة العسكرية الحديثة. وفي إطار تطوير هذه النظم، تعد الولايات المتحدة الأمريكية "الشبكة الشاملة للمعلومات Information Grid, GIG Global" والغرض منها هو ربط جميع الأنظمة الكمبيوترية العسكرية الأمريكية ببعضها لتسهيل جمع وإدارة وتوزيع المعلومات بين الوحدات العسكرية وصناعي القرار (أي الحكام السياسيين) والوكالات المخابراتية والبلدان المتحالفة مع أمريكا أو الداخلة معها في عمليات عسكرية مشتركة. ولقد تم رصد ١٠ بلايين دولار لهذا المشروع الذي يشكل أولوية بالنسبة إلى وزارة الدفاع الأمريكية للسنتين المقبلتين. على الرغم من أن الشبكة لن تبدأ بالعمل الفعلي قبل مرور عشر سنوات على الأقل - حسب رأى

الخبراء - وذلك لكي تتمكن من إنجاز البرامج المختلفة الخاصة بها، ومن بينها - على سبيل المثال لا الحصر - مشروع توسيع موجات عرض النطاق (GIG) Bandwidth Programm expansion، ومشروع الهندسة التحولية للاتصالات (Communications Architecture Transformational) ونظام الاتصالات اللاسلكية التكتيكية المشتركة Tactical Radio System Joint ... وغيرها.
أما البرامج التي طلب مراجعتها للتأكد من توافقها مع شركة (GIG)، فهي :-
*التوصيلات اللاسلكية والبيانية.
*برامج القيادة والتحكم.
*برامج المخابرات والمراقبة والاستطلاع.
*برامج القيادة الشاملة وأنظمة التحكم للعمليات المشتركة بين عدة أقسام ووحدات.
*أنظمة القيادة والتحكم المشتركة القابلة لأن يتم نشرها ميدانياً.
*أنظمة تحويل المعلومات عن بعد لوصل وإدماج المعلومات الواردة من مصادر أرضية أو فضائية.
*برامج تحديث أنظمة التشفير- مشروع تشفير مراسم شبكة الانترنت بأمانة عالية.
*الشبكة التكتيكية للمعلومات الحربية، وهي شبكة الاتصالات الخاصة بالجيش الأمريكي من الجيل الجديد.
*أنظمة الحصول على المعلومات الواردة من الطائرات ومعالجتها واستغلالها وتوزيعها.
*النظام القتالي المستقبلي للجيش الأمريكي.
*البرامج الجارية ضمن إطار خطة "فورس نت" Force Net التي تهدف إلى جمع الشبكات البيانية الخاصة بسلاح البحرية الأمريكية

ملخص البحث

يعتبر نظام تحديد المواقع العالمي GPS من أحدث الأنظمة التي تستخدم في تحديدالمواقع على الرغم من انه احد التطبيقات العسكرية إلا انه أصبح في متناول الجميع .

كيف يعمل نظام الGPS ؟

يعمل النظام استنادا إلى المعلومات المستقاة من أكثر من ٢٤ قمراً اصطناعي مدارياً شمسياً والتي تدور حول الأرض بحوالي ١٢ ألف ميل. حيث يقوم جهاز استقبال GPS Receiver النظام للبحث عن الترددات من ثلاثة أقمار ومن ثم يقوم بتحليل تلك الترددات لتأسيس خطوط الطول والعرض لتحديد الموقع. طور من قبل الجيش الأمريكي في سنة ١٩٨٧ وكان يطلق عليه نظام نافستار NAVSTAR وكان يستقي المعلومات من قمر اصطناعي واحد ومر بعدة أبحاث وتطوير إلى أن أصبح يعمل بصورة كاملة في أوائل التسعينيات .

فوائد نظام تحديد المواقع العالمية؟

يوفر هذا النظام الكثير من الخدمات حيث يستطيع المستخدمون من تحديد أوقات الشروق والغروب الأبعاد والاتجاهات واقصر

الطرق للوصول لأي نقطة على الكرةالأرضية .
بل لقد طورت بعض الشركات النظام ليوفر إمكانيات مثل تحديد خطوط الطول والعرض التي يمكن أن تعمل بها أي مركبةسيارة مثلا. إضافة إلي إمكانية تشغيل او إيقاف تشغيل أي مركبة هاتفيا حاليا لا يمكن لأي سفينة او طائرة العمل بدونه .
هل النظام دقيق؟
استنادا إلى الشركات المنتجة والمستفيدة يوفر النظام دقة تصل إلى أكثر من ٩٨ % وتكون نسبة الخطأ في الغالب في حدود أمتار معدودة من ١ إلى ٣ أمتار او اقل من ذلك .
من يتحكم في النظام حاليا؟
تتولى وزارة الدفاع الأمريكية إدارة النظام على المستوى العالمي بالتعاون مع وزارة المواصلات الأمريكية التي تتولى التطوير والصيانة وحرس الحدود الأمريكية تتولى إدارة الجزء المدني من النظام وتقوم بعض المؤسسات الخاصةالتي تعمل في مجال الأقمار الاصطناعية بتوفير الترددات للتطبيقات الأكثر تطورا من النظام .
هناك وكالة خاصة بالنظام تقوم بتنسيق كافة الجهود لجعل النظام بصورة مرضية.

أهم المصطلحات التى يستخدمها الباحثون

تعميم	GENERALIZATION
هو خفض عدد النقاط المستخدمة لتمثيل خط. وفي نظام المعلومات الجغرافية هو حذف عدد من الذرى (vertices) من قوس وفقاً لشروط معينة.	
تشفير جغرافي	GEOCODE
عملية تحديد إحداثيات موقع بعد معرفة عنوانه. يسمى أيضاً التشفير الجغرافي للعنوان (ADDRESS GEOCODE).	
بيانات جغرافية	GEOGRAPHIC DATA
مواقع وأوصاف المعالم الجغرافية. (مجموعة من البيانات المكانية والبيانات الوصفية).	
معلم جغرافي	GEOGRAPHIC FEATURE
ظاهرة جغرافية يعينها المستخدم ويمكن نمذجتها أو تمثيلها باستخدام بيانات جغرافية في برنامج نظام معلومات جغرافي. مثال: الشوارع والعقارات وشبكة الصرف الصحي.	
نظام معلومات جغرافي	GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

مجموعة منظمة من الحواسيب والعتاد (hardware) والبرامج والبيانات الجغرافية والموظفين، مصممة بحيث تلتقط وتخزن وتحدث وتعالج وتحلل وتعرض كل أشكال المعلومات المسنَدة جغرافياً. تكتب اختصاراً GIS.	
إسناد جغرافي	GEOREFERENCE
إنشاء علاقة بين الإحداثيات في خريطة مسطحة مطبوعة وإحداثيات معلومة في العالم الحقيقي.	
نظام معلومات جغرافي	GIS
راجع: GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM.	
نظام تحديد المواقع العالمي	GLOBAL POSITIONING SYSTEM
نظام من الأقمار الاصطناعية وأجهزة الاستقبال تستخدم لحساب مواقع على الأرض. يستخدم نظام تحديد المواقع العالمي في الإبحار، وتدعم دقته أعمال المساحة. تكتب اختصاراً GPS.	
نظام تحديد المواقع العالمي	GPS
راجع: GLOBAL POSITIONING SYSTEM.	
شبكة، شبكة متسامتة	GRID
نموذج بيانات جغرافية يمثل المعلومات في مصفوفة من الخلايا المربعة المرتبة في صفوف وأعمدة ولها ذات المساحة. تسنَد كل خلية في الشبكة بموقعها الجغرافي (إحداثيي س و ع).	
خلية شبكة، خلية شبكة متسامتة	GRID CELL
وحدة تمثل قطعة من سطح الأرض (متر مربع أو ميل مربع). تمتلك كل خلية قيمة تقابل معلماً أو صفة مميزة في قطعة الأرض تلك، مثل نوع التربة أو الصنف الزراعي. ويمكن تخزين قيم إضافية للخلية في جدول أوصاف القيم (VAT).	

المراجع التى استخدمت فى البحث

- **Understanding The GPS - An Introduction to the Global Positioning System - Gregory T. French**
- **CAD, GIS, & GPS Magazine**
- **مجلة اخبار السيارات**
- **مقال للدكتور مهندس :** عدنان محمد أحمد
- رئيس قسم المساحة، جامعة البعث، حمص، سوريا
- **موقع اسلام اون لاين**
- **مجلة كلية الملك خالد العسكرية**

تم بعون الله وتوفيقه

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته